Psihologie

Mircea Miclea

PSIHOLOGIE COGNITIVĂ

Modele teoretico-experimentale

Collegium

POLIROM

COLLEGIUM
Psihologie

Seria *Psihologie* este coordonată de Adrian Neculau

Mircea Miclea (n. 8 noiembrie 1963) este profesor, şeful Catedrei de Psihologie a Universităţii „Babeş-Bolyai" din Cluj-Napoca, titular la disciplinele „Psihologie cognitivă" şi „Modificări cognitiv-comportamentale", director fondator al revistei *Cogniţie, Creier, Comportament*, preşedintele Asociaţiei de Ştiinţe Cognitive din România, membru afiliat al Asociaţiei Americane de Psihologie, al Societăţii Europene de Psihologie Cognitivă şi al Consiliului Internaţional al Psihologilor.

De acelaşi autor: *Psihologie cognitivă* (Gloria, 1994); *Stres şi apărare psihică* (Presa Universitară Clujeană, 1997).

© 1999 by POLIROM Co S.A. Iaşi

Editura POLIROM
Iaşi, B-dul Copou nr. 3, P.O. BOX 266, 6600
Bucureşti, B-dul I.C. Brătianu, nr. 6, et. 7

Descrierea CIP a Bibliotecii Naţionale:

MICLEA, MIRCEA

Psihologie cognitivă: modele teoretico-experimentale / Mircea Miclea – Ed. a 2-a, rev. – Iaşi: Polirom, 1999

344 p.; 24 cm – (Collegium. Psihologie)

Bibliogr.

ISBN: 973-683-248-1

CIP: 159.9

Printed in ROMANIA

Mircea Miclea

PSIHOLOGIE COGNITIVĂ

Modele teoretico-experimentale

Ediţia a II-a revăzută

POLIROM
1999

Tabla de materii

Cuvânt către cititor 11

Capitolul 1: PSIHOLOGIA ŞI ŞTIINŢELE COGNITIVE 13

1.1. Psihologia cognitivă 13

1.2. Constituirea ştiinţelor cognitive 18

1.2.1. Repere biografice 18

1.2.2. Psihologia cognitivă şi ştiinţele cognitive 21

1.3. Analiza sistemului cognitiv 26

1.3.1. Definirea sistemului cognitiv 26

1.3.2. Niveluri de analiză ale sistemului cognitiv 28

1.3.2.1. Nivelul cunoştinţelor 28

1.3.2.2. Nivelul computaţional 30

1.3.2.3. Nivelul algoritmic-reprezentaţional 32

1.3.2.4. Nivelul implementaţional 33

1.3.2.5. Valoarea analizei multinivelare 34

1.4. Paradigmele psihologiei cognitive 36

1.4.1. Paradigma simbolică clasică 36

1.4.2. Paradigma (neo)conexionistă 38

1.4.2.1. Reţele neuromimetice 39

1.4.2.2. Exemplul 1. Reţea unidirecţională de recunoaştere a ţintelor 44

1.4.2.3. Exemplul 2. Reţea interactivă de reprezentare a cunoştinţelor 47

1.4.3. Macro- şi microstructuri cognitive 49

1.5. Sumar 50

Capitolul 2: PRELUCRAREA INFORMAŢIEI VIZUALE 51

2.1. Neurobiologia procesării informaţiei vizuale 51

2.1.1. Câmp receptor; celule on-off şi off-on 53

2.1.2. Detectorii de trăsături 56

2.1.2.1. Celule simple 57

2.1.2.2. Celule complexe 58

2.1.2.3. Celule hipercomplexe 59

2.2. Procesareą primară a informaţiei vizuale 60

2.2.1. Schiţa primară - extragerea contururilor 63

2.2.2. Modele matematice ale extragerii contururilor 66

2.2.2.1. Filtrajul 66
2.2.2.2. Analiza Fourier 71
2.2.3. Calculul adâncimii prin disparitatea retinală 73
2.2.4. Procesarea mişcării 75
2.2.5. Extragerea formei din prelucrarea umbrelor 76
2.2.6. Procesarea texturii; textonii 77
2.2.7. Detectarea culorii 78
2.2.8. Concluzii 78
2.3. Recunoaşterea obiectelor – procesarea secundară a informaţiei vizuale 80
2.3.1. Principiile gestaltiste 81
2.3.2. RBC – un model computaţional de recunoaştere a obiectelor 85
2.3.2.1. Construcţia modelului RBC 85
2.3.2.2. Validitatea ecologică a modelului RBC 88
2.3.3. Alte modelări ale recunoaşterii 91
2.3.3.1. Modelul analizei de trăsături fizice 91
2.3.3.2. Modelul calchierii tiparelor 95
2.3.4. Procesări descendente în recunoaştere 95
2.3.4.1. Procesări descendente în cazul recunoaşterii stimulilor verbali 96
2.3.4.2. Procesări descendente în cazul recunoaşterii obiectelor 97
2.3.4.3. Procesări descendente în cazul recunoaşterii scenelor şi feţelor umane 98
2.3.5. Modelarea neoconexionistă a recunoaşterii 100
2.3.5.1. Recunoaşterea în reţele binivelare 100
2.3.5.2. Recunoaşterea în reţele multinivelare 104
2.4. Sumar 106

Capitolul 3: ATENŢIA VIZUALĂ 107
3.1. Introducere 107
3.2. Neurofiziologia atenţiei 109
3.3. Modelarea atenţiei 113
3.3.1. Modelul filtrajului timpuriu 113
3.3.2. Modelul filtrajului târziu 116
3.3.3. Modelul filtrelor atenuante 118
3.3.4. O abordare neoconexionistă 119
3.4. Atenţia şi coerenţa comportamentului 122
3.5. Inconştientul cognitiv 123
3.5.1. „Bombardamentul" subliminal 123
3.5.2. Cercetări non-psihanalitice asupra inconştientului 124
3.5.3. Procesări semantice inconştiente. Consecinţe comportamentale 125
3.5.4. Aplicaţii, implicaţii 127
3.6. Sumar 129

Capitolul 4: CATEGORIZAREA 131
4.1. Introducere 131
4.2. Funcţiile categorizării 132
4.2.1. Similaritatea 132
4.2.2. Codarea experienţei. Nivelul de bază al categorizării 133
4.2.3. Generarea de inferenţe 136
4.3. Modelarea similarităţii 137
4.3.1. Modelarea computaţional-geometrică 137
4.3.2 Modelarea computaţional-ansamblistă 141
4.4. Reprezentarea mentală a categoriilor 145
4.4.1. Conceptul 145
4.4.2. Prototipul 146
4.4.3. Prototipicalitate şi similaritate 151
4.4.4. Reprezentarea conexionistă 151
4.5. Analiza descendentă şi categorizarea 153
4.6. Învăţare implicită şi categorizare 155
4.7. Sumar 157

Capitolul 5: IMAGISTICA MINTALĂ 159
5.1. Clasificare, terminologie 159
5.2. Caracteristicile imaginilor mintale 160
5.2.1. Reprezentarea relaţiilor topologice 160
5.2.2. Absenţa sintaxei 162
5.2.3. Neutralitatea faţă de valoarea de adevăr 163
5.3. Există o memorie imagistică? 164
5.3.1. Analiza descendentă şi imagistica mintală 165
5.3.2. Imaginea mintală - analog abstract - şi imaginea vizuală 169
5.3.3. Memoria de lucru, memoria de lungă durată şi imaginile mintale 173
5.3.4. Câteva concluzii 175
5.4. Procesarea imaginilor mintale 175
5.4.1. Generarea reprezentărilor imagistice 175
5.4.2. Transformarea imaginilor 176
5.4.2.1. Rotirea 176
5.4.2.2. Expandarea şi constricţia 178
5.4.2.3. Împăturirea (paper folding) 180
5.4.3. Scanarea imaginilor mintale 182
5.5. Aplicaţii: hărţile psihologice 183
5.6. Sumar 187

Capitolul 6: SISTEMELE MNEZICE 189
6.1. Memoria senzorială 189

6.1.1. Memoria iconică 189
6.1.2. Memoria ecoică 190
6.2. Memoria de scurtă durată sau memoria de lucru 192
6.2.1. Capacitatea memoriei de scurtă durată 193
6.2.2. Durata MSD 197
6.2.3. Tipul de codare a informaţiei 201
6.2.4. Reactualizarea informaţiei 202
6.2.5. Baza neurofiziologică 204
6.2.6. Memoria de scurtă durată este memorie de lucru 207
6.3. Atenţia şi memoria de lucru 208
6.3.1. Similaritatea comportamentelor unităţilor din „câmpul" atenţiei şi din memoria de lucru 210
6.3.2. Impactul unităţilor cognitive din ML asupra atenţiei 211
6.3.3. Interpretarea legii Yerkes-Dodson 212
6.4. Memoria episodică şi memoria semantică 214
6.4.1. Principalele rezultate teoretico-experimentale 214
6.4.2. Aplicaţii şi implicaţii 216
6.5. Memoria de lungă durată (MLD) 217
6.5.1. Adâncimea procesării şi intenţionalitatea învăţării 218
6.5.2. Efectul spaţierii (interpunerii) 221
6.6. Uitarea 222
6.6.1. Reactualizarea cunoştinţelor 223
6.6.1.1. Reactualizarea şi similaritatea contextului fizic 223
6.6.1.2. Reactualizarea şi similaritatea „contextului neuropsihic" 224
6.6.2. Oare uităm? 225
6.6.2.1. Interferenţa 226
6.6.2.2. Efectul FAN 227
6.6.2.3. Mecanismele de apărare ale eului 228
6.7. Memoria explicită *vs* memoria implicită 228
6.7.1. Memoria implicită a deprinderilor 230
6.7.2. Fenomenul de amorsaj 230
6.7.3. Memoria implicită a reflexelor condiţionate 231
6.8. O sistematizare posibilă şi implicaţiile ei 232
6.8.1. Tipuri şi sisteme mnezice 233
6.9. Sumar 235

Capitolul 7: REPREZENTAREA ŞI ORGANIZAREA CUNOŞTINŢELOR 237
7.1. Introducere 237
7.2. Modelări simbolice ale bazei de cunoştinţe 238
7.2.1. Codarea semantică a cunoştinţelor. Dovezi experimentale 238
7.2.2. Avantajele codării semantice 241

7.2.3. Aserţiuni şi reţele propoziţionale 242
7.2.4. Reţele semantice 246
7.2.5. Scheme cognitive 249
7.2.5.1. Definiţie şi caracteristici 249
7.2.5.2. Interpretarea şi selecţia informaţiei prin schemele cognitive 252
7.2.6. Scenariul cognitiv 254
7.3. Modelarea conexionistă a bazei de cunoştinţe 257
7.4. O evaluare succintă 262
7.5. Sumar 263

Capitolul 8: DECIZIA 265
8.1. Modele normative ale luării deciziei 265
8.1.1. Valoarea aşteptată 266
8.1.2. Utilitatea aşteptată 268
8.2. Modele descriptive. Raţionalitatea limitată 271
8.3. Scheme şi strategii cognitive implicate în luarea deciziei 273
8.3.1. Scufundarea deciziei într-o schemă cognitivă 273
8.3.2. Prototipicalitatea alternativelor 274
8.3.3. „Ancorarea" alternativelor 275
8.3.4. Accesibilitatea alternativelor 277
8.3.5. Post-evaluarea alternativelor 279
8.3.6. Eroarea jucătorului 279
8.4. Variabilitatea preferinţelor. Raţionalizarea alegerilor 280
8.5. Sumar 281

Capitolul 9: REZOLVAREA DE PROBLEME ŞI RAŢIONAMENTUL 283
9.1. Rezolvarea de probleme 283
9.1.1. Ce este o problemă? 283
9.1.2. Spaţiul şi mediul problemei 285
9.1.3. Metode de cercetare a procesului rezolutiv 287
9.1.3.1. Protocolul gândirii cu voce tare 288
9.1.3.2. Simularea pe calculator. Alte metode 291
9.1.4. Strategii rezolutive 292
9.1.4.1. Analiza mijloace-scopuri 295
9.1.4.2. Rezolvarea prin analogie. Problema transferului 297
9.1.5. Sistemele de producere 301
9.1.6. Neurobiologia rezolvării de probleme 303
9.2. Raţionamentul 304
9.2.1. Logica şi psihologia raţionamentului 304
9.2.2. Tipuri de raţionament 305
9.2.3. Raţionamentul inductiv 305

9.2.3.1. Inducerea unei proprietăţi 305
9.2.3.2. Inducerea unei reguli 307
9.2.3.3. Inducerea unei structuri 309
9.2.4. Raţionamentul deductiv 309
9.2.4.1. Raţionamentul silogistic 310
9.2.4.2. Raţionamentul ipotetico-deductiv 312
9.2.4.3. Raţionamentul liniar 313
9.2.5. Remarci generale 314
9.3. Sumar 315

Capitolul 10: ARHITECTURA SISTEMULUI COGNITIV UMAN 317
10.1. Constrângeri metodologice 317
10.2. ACT* şi SOAR 319
10.3. Schiţa unei noi arhitecturi cognitive 321

Glosar 325

Referinţe bibliografice 333

Cuvânt către cititor

Când începe lectura unei cărţi de psihologie, cititorul vine cu propriile sale observaţii şi teorii implicite asupra fenomenului psihic. Dacă între paginile acelei cărţi va găsi explicitarea acestor intuiţii, la un nivel de analiză compatibil cu taxonomiile şi categorizările sale cotidiene, cartea respectivă va fi „intuitivă" şi uşor de înţeles. Cititorul va avea chiar un plăcut sentiment de confort intelectual, fiindu-i gratificată dorinţa sa de confirmare a propriilor opinii sau observaţii.

Lucrarea de faţă nu este nici intuitivă, nici comodă. Ea promovează un tip de abordare a sistemului cognitiv uman în care observaţiile cotidiene asupra fenomenului psihic nu sunt de mare folos. Căci psihologia cognitivă, studiind modul în care persoana umană prelucrează informaţia, se străduieşte să satisfacă cerinţele ridicate de alte discipline ştiinţifice complementare, în special de neuroştiinţe şi inteligenţa artificială. Pentru a oferi modele relevante tehnologic şi plauzibile neuronal, ea trebuie să renunţe la banalităţile solemne, la teoretizările aflate la o palmă deasupra simţului comun care, din păcate, grevează încă asupra unei părţi însemnate a psihologiei. Se pierde din public, dar se câştigă în rigoare.

Deşi am oferit mai multe aplicaţii, în această lucrare accentul cade pe cercetarea teoretico-experimentală fundamentală. Aproape fiecare teză este argumentată experimental sau logic. Mulţimea datelor experimentale poate părea fastidioasă, dar ea ne ajută să tranşăm între opinii contrare şi să ajungem la concluzii mai ferme. Psihologia, ca orice ştiinţă, trebuie să-şi construiască un corp compact de cunoştinţe, nu o colecţie de opinii.

Pe de altă parte, statutul „aplicaţiilor" este deosebit de versatil. Toate modelele computaţionale prezentate pe parcursul acestei lucrări au aplicaţii multiple în inteligenţa artificială sau robotică. Ele ar putea fi însă percepute ca analize „prea sofisticate", „inaplicabile" de către unii psihologi practicieni. Ceea ce e aplicativ pentru unii dintre beneficiarii psihologiei cognitive nu e aplicativ pentru alţii. Ca idee generală însă n-ar fi rău să luăm seama la relaţia dintre cercetarea fundamentală şi aplicaţiile din cadrul unor discipline mai dezvoltate. Se poate observa că, în lumea contemporană, aplicaţia de anvergură este precedată de o fundamentare teoretico-experimentală de înaltă calitate. Fără biochimia modernă, farmacoterapia ar fi recurs tot la ierburi tămăduitoare; fără cercetările din genetică am fi putut continua să facem altoiri, dar nu am fi ajuns la ingineria genetică; fără fizica microparticulelor nu ar fi fost posibilă tehnologia nucleară etc. În măsura în care psihologia doreşte să atingă o eficienţă practică comparabilă cu a disciplinelor menţionate, trebuie să-şi reconsidere fundamentul teoretic. Cum spunea fizicianul Niels Bohr, adesea „cel mai practic lucru este o bună teorie". Însă nu o teorie de dragul teoriei, ci una capabilă să genereze aplicaţii de vârf.

*

Apariţia acestui volum nu ar fi fost posibilă fără ajutorul oferit de câţiva oameni cărora ţin să le mulţumesc pe această cale. Puiu Stadnic, Elena Racolţa şi Dana Stadnic au făcut un efort deosebit pentru tehnoredactarea în bune condiţiuni a acestei cărţi. Cultul lor pentru lucrul bine făcut şi solidaritatea caldă cu care m-au înconjurat m-au impresionat deosebit.

Ştefan Szamosközy mi-a oferit un sprijin constant pe tot parcursul elaborării acestei lucrări. William Hirst, director pentru *The McDonnell Program for the Advancement of Psychology in Romania*, mi-a oferit nu numai asistenţă financiară, ci şi prilejul unor dialoguri fructuoase şi lămuritoare. Le sunt recunoscător, de asemenea, lui Peter Woods şi Geraint Ephraim, care mi-au asigurat un util stagiu de pregătire în Marea Britanie. În fine, în spatele acestei cărţi se află truda anonimă a părinţilor şi bunicilor mei. Lor nici nu ştiu cum să le mulţumesc.

Aprilie, 1994 *Autorul*

Notă la ediţia a doua

Succesul de care s-a bucurat acest volum la prima sa apariţie m-a făcut să-l reeditez acum, cu unele modificări. În ultimii ani, psihologia cognitivă a cunoscut evoluţii importante la nivelul aplicaţiilor, nu însă şi la nivelul fundamentelor. Ţin să mulţumesc Editurii Polirom pentru iniţiativa avută şi sprijinul acordat în realizarea acestui volum.

Aprilie, 1999 *Autorul*

Capitolul 1

PSIHOLOGIA ŞI ŞTIINŢELE COGNITIVE

1.1. Psihologia cognitivă

Sintagma de *psihologie cognitivă* are două sensuri. Mai întâi, ea semnifică studiul detaliat al sistemului cognitiv uman şi al subsistemelor sale („memoria", „gândirea", „limbajul", „percepţia" etc.). Considerându-se sistemul cognitiv ca sistem de prelucrare (procesare) a informaţiei, aceasta revine la a spune că psihologia cognitivă studiază *procesările la care este supusă informaţia între inputul senzorial şi outputul motor sau comportamental.* Urmând fluxul prelucrărilor de informaţie, psihologia cognitivă îşi elaborează un *limbaj propriu*, ce face adesea caducă utilizarea termenilor tradiţionali din psihologie şi utilizează o *metodologie specifică* (ex. : analiza de protocol, simularea pe calculator a proceselor cognitive, recursul la formalisme logico-matematice etc.) care îi conferă un statut distinct în ansamblul ştiinţelor contemporane. Sub raport *tematic* ea se dovedeşte a fi o continuare a psihologiei gestaltiste şi asociaţioniste de la care preia multe teme de cercetare pe care le tratează însă cu o metodologie mult mai riguroasă, scufundată în paradigma conceptuală a teoriei informaţiei.

În al doilea rând, sintagma *psihologie cognitivă* desemnează o anumită *abordare* a tuturor fenomenelor psihice şi comportamentale din perspectiva mecanismelor informaţionale subiacente. Rezultă „teorii cognitive ale emoţiilor sau stresului" – care încearcă să stabilească modul în care procesele cognitive determină emoţiile sau reacţia de stres, „teorii cognitive ale motivaţiei" – centrate pe detectarea prelucrărilor de informaţie în motivaţie, „psihologia socială cognitivă" – tentată să explice comportamentul social prin prisma factorilor cognitivi intricaţi etc. Iniţial, orgolioasă şi imperialistă – cu tendinţa de a reduce toate fenomenele psihice la secvenţe de procesări de informaţie – abordarea cognitivistă s-a maturizat ulterior, prin reconsiderarea caracterului ireductibil al altor factori implicaţi în dinamica comportamentului uman (Richard, Bonet şi Ghiglione, vol. III, 1990). Pe scurt, dintr-o abordare *cognitivistă*, a devenit o abordare *cognitivă*.

Este psihologia cognitivă o modă, un curent care va sfârşi mai mult sau mai puţin lamentabil precum alte curente psihologice (asociaţionismul, introspecţionismul, gestaltismul, behaviorismul etc.)? Răspunsul este negativ. În măsura în care sistemul bio-psihic uman este un sistem deschis, realizând cu mediul său nu numai un schimb substanţial şi energetic, ci şi unul *informaţional*, psihologia cognitivă îşi are şi va

avea permanent propriul său obiect de studiu. Recunoscând natura informaţională a fenomenelor psihice (sau a majorităţii acestora), fenomene ireductibile la structurile neurobiologice care realizează sau implementează prelucrările de informaţie (neuroştiinţele) sau la jocul contingenţelor ce acţionează asupra comportamentului (behaviorismul), recunoaştem implicit perenitatea psihologiei cognitive. A spune că psihologia cognitivă este un curent psihologic caduc înseamnă a susţine că abordarea fenomenelor psihice ca procese informaţionale este ea însăşi o chestiune de modă, vremelnică. Dacă însă suntem de acord cu ideea că sistemul bio-psihic uman este un sistem de procesare a informaţiei, atunci psihologia cognitivă este ştiinţa care studiază mecanismele acestor prelucrări, modul în care un anumit input induce un output specific.

Viabilitatea psihologiei cognitive este susţinută şi de *caracterul cumulativ, integraţionist* al acesteia. Ea a preluat nu numai rezultatele viabile din curentele psihologice anterioare, ci şi sugestiile vagi dar fertile ale acestora, pe care le-a supus apoi unui examen experimental şi metodologic riguros. De exemplu, şi-a apropriat principiile gestaltiste (ex. : principiile proximităţii, similarităţii, închiderii etc.), dar le-a integrat în canavaua mai generală a procesărilor vizuale secundare (2.3.1). La fel, ideea de bază a asociaţionismului potrivit căreia conţinuturile psihice formează lanţuri asociative organizate ierarhic a fost concretizată în câteva modalităţi specifice de reprezentare a cunoştinţelor precum *reţelele semantice* sau *scenariile cognitive* (7.3-7.5). Desenul general al dezvoltării intelectuale conţinut în creoda piagetiană a fost asimilat şi dezvoltat prin cercetările realizate asupra strategiilor rezolutive, proceselor metacognitive sau memoriei de lucru (6.2.6). Cât priveşte behaviorismul, deşi iniţial psihologii cognitivişti l-au atacat belicos, ulterior au admis viabilitatea multora dintre rezultatele acestui curent, relevând însă şi aspectul informaţional al relaţiilor dintre comportamentul uman şi contingenţele externe. Pe de altă parte, numeroşi psihologi cu angajament behaviorist îşi recunosc poziţiile în modelele cognitive neoconexioniste, reţelele neuromimetice fiind considerate un „behaviorism mascat sau un behaviorism în haine computaţionale" (Papert, 1988, p. 9). Pe scurt, studierea psihologiei cognitive îţi dă sentimentul optimist şi tonifiant al dezvoltării cumulative a psihologiei. Ea explică tot ceea ce a putut fi explicat pe baza teoriilor anterioare dar, în plus, explică şi ceea ce acestea nu au putut explica.

Minimalizarea psihologiei cognitive, asocierea ei cu avatarurile unui soi de modă ştiinţifică sunt făcute de trei categorii de critici. În prima categorie intră acele persoane care, deşi clamează natura informaţională a psihicului, atribuie psihologiei cognitive statutul de curent psihologic contemporan, alături de altele, hărăzit dispariţiei, interesant mai degrabă din punctul de vedere al istoriei psihologiei decât al problematicii psihologice fundamentale. Or, aşa cum am arătat anterior, recunoaşterea faptului că prelucrările de informaţie sunt esenţiale pentru personalitatea umană implică automat admiterea psihologiei cognitive ca demers ştiinţific peren. Bazându-se pe neînţelegere şi inconsecvenţă logică, critica lor se autodistruge, de aceea nu merită o atenţie specială.

A doua categorie de critici invocă lipsa de plauzibilitate neuronală a modelelor cognitive (ex. : Bunge şi Ardila, 1987). De exemplu, se invocă imposibilitatea

găsirii unui corespondent neurofiziologic pentru regulile *de producere* (= perechi de tipul dacă... atunci..., în care în antecedent este o condiţie, iar în consecvent o acţiune sau operaţie care se execută dacă este îndeplinită condiţia respectivă). Regulile de producere sau sistemele de producere stau la baza unor modelări ale sistemului cognitiv de genul celor prezentate de J.R. Anderson - ACT* sau A. Newell - SOAR (10.2).

În afară de faptul că aceste critici confundă nivelurile de analiză ale sistemului cognitiv (1.3.2), în cea mai mare măsură ele sunt o lovitură dată în vânt deoarece majoritatea modelelor cognitive iau în considerare datele oferite de neuroştiinţe, aşa cum se va vedea pe parcursul acestui volum. În plus, modelările neoconexioniste sunt de inspiraţie neuronală evidentă, plauzibilitatea neurofiziologică fiind unul dintre atuurile lor fundamentale. Totuşi, relaţiile dintre sistemul cognitiv şi structurile neuro-cerebrale sunt prea complexe pentru a fi expediate printr-o analiză lapidară în contextul de faţă. Vom relua această problematică în capitolul final, după analiza mai multor componente ale sistemului cognitiv, evitând caracterul scolastic al unor discuţii de acest gen în absenţa unor cunoştinţe fundamentale. Deocamdată, parafrazându-l pe D. Marr, vom spune că, aşa cum teoria zborului nu se poate deduce din anatomia aripilor de pasăre, nici mecanismele cognitive nu se pot deduce din biochimia sistemului nervos. Informaţia procesată şi structurile anatomice care o realizează sunt lucruri diferite, chiar dacă, la un anumit nivel, ele pot fi solidare.

În fine, al treilea gen de critici vine dinspre behaviorism (ex.: Skinner, 1977, Bandura, 1984). Fără să mai nege existenţa unor prelucrări interne a stimulilor, behavioriştii actuali neagă posibilitatea cunoaşterii lor prin instrumentarul metodologic utilizat de cognitivişti sau neagă rolul cauzal al factorilor cognitivi în inducerea unor comportamente. Asprimea acestor critici a scăzut considerabil în ultimii ani pe măsură ce, pe de o parte, tot mai mulţi behaviorişti s-au recunoscut în noile modelări conexioniste ale proceselor cognitive, iar pe de altă parte, psihologia cognitivă a asimilat tot mai multe din rezultatele experimentale ale behaviorismului.

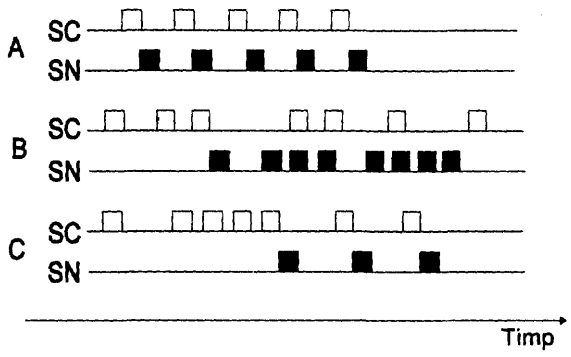
Cu titlu de exemplu, vom prezenta rezultatele unor cercetări mai noi asupra relaţiilor dintre factorii cognitivi şi cei comportamentali intricaţi în nevrozele fobice (Davey, 1987, Hout şi Merkelbach, 1991, Kent, 1991).

Este cunoscut faptul că, din punctul de vedere al behavioriştilor, la baza comportamentului de tip fobic se află *condiţionarea clasică* (CC). Aceasta constă în asocierea unui stimul condiţionat (SC) cu un stimul necondiţionat (SN) care produce un anumit *răspuns necondiţionat* (RN). După asocieri repetate SC/SN -- > RN, se ajunge ca prezentarea exclusivă a SC să inducă un răspuns, similar cu răspunsul necondiţionat, pe care îl numim răspuns condiţionat (RC). Schema acestei condiţionări este prezentată în figura 1.1.A. Pătratele albe şi negre desemnează SC, respectiv SN, asociaţi prin contiguitate temporală.

Dacă sunetul clopoţelului (SC) este urmat imediat, în ordine temporală, de prezentarea hranei (SN), se produce salivaţia (RN). Prin asociere repetată SC/SN, simpla prezentare a SC (= sunetul clopoţelului) produce salivaţia (RC). În mod similar, asocierea repetată a medicului (SC) cu o intervenţie medicală (SN) care

produce o reacţie dureroasă sau disconfortantă (RN) va face ca simpla proximitate a medicului (SC) să producă o reacţie fobică (RC). Ulterior, prin generalizare latentă sau învăţare vicariantă, mediul spitalicesc însuşi poate produce reacţia fobică.

Fig. 1.1. *Condiţionarea clasică*: 1A - stimulul condiţionat (SC) este urmat, în mod regulat, de stimulul necondiţionat (SN), producând condiţionarea. 1B şi 1C - SC nu mai prezice SN, deoarece asocierea este aleatorie, deci condiţionarea nu se realizează.



În cazul în care comportamentul fobic este rezultatul unei învăţări, atunci intervenţia psihoterapeutică constă într-o dezînvăţare sau în construcţia unei noi asociaţii SC-RC. Metodele de desensibilizare (Wolpe) sau flooding (Meichembaum) realizează tocmai acest lucru: situaţia fobogenă (SC) este asociată cu un răspuns de relaxare din partea organismului (RC). Iniţial, confruntarea cu situaţia fobogenă se realizează prin trăire imaginativă, ulterior, prin confruntarea directă cu aceasta (durata expunerii *in vivo* variază în cazul celor două metode).

Prin simplitatea, eleganţa şi eficacitatea lor terapeutică, aceste idei au cucerit un loc bine definit în practica şi cercetarea psihologică, fiind considerate ca unul dintre succesele remarcabile ale behaviorismului. O serie de investigaţii mai recente, dezvoltate în sânul aceleiaşi paradigme behavioriste, au reliefat importanţa valorii *informaţionale* a stimulului condiţionat în învăţarea unui nou comportament. S-a constatat în mod repetat că simpla contiguităţe temporală a SC şi SN nu este suficientă pentru realizarea condiţionării aşa cum s-a crezut anterior. Dacă ocurenţele SC şi SN sunt aleatorii - chiar dacă sunt în contiguitate temporală -, nu produc efectul dorit. Acest lucru se poate observa în figura 1.1.B: SN apare în momente diferite; fie imediat anterior, fie concomitent, fie subsecvent cu SC. Pe scurt, SC nu are valoare predictivă pentru SN şi, ca atare, nu se poate dobândi răspunsul condiţionat. O situaţie asemănătoare este prezentată în figura 1.1.C. Prezenţa repetată a stimulului condiţionat fără asocierea lui cu stimulul necondiţionat face dificilă sau imposibilă realizarea ulterioară a condiţionării clasice. De pildă, dacă am mers de foarte multe ori la dentist (SC) fără să trăim o intervenţie stomatologică traumatică (SN), este mult mai puţin probabil ca experienţele dureroase ulterioare, asociate cu intervenţia stomatologică, să ducă la reacţie fobică (1C). Aşadar, atât

prin studii clinice, cât şi experimentale s-a arătat că nu simpla asociere prin contiguitate temporală, ci *informaţia pe care o conţine SC* (= faptul că el poate prezice apariţia SN) stă la baza condiţionării clasice şi, deci, implicit, a comportamentului fobic. În acest fel, „condiţionarea clasică a devenit compatibilă cu noţiunile din psihologia cognitivă" (Hout şi Markelbach, 1991, p. 60).

Un alt mecanism cognitiv implicat în etiologia fobică este cel de *atribuire*. La debutul reacţiei fobice pacientul respiră adânc, având senzaţia că se simte mai bine astfel şi că îşi controlează comportamentul. Aproape concomitent, el trăieşte experienţa unei tahicardii paroxiste sau extrasistole pe care le atribuie, în majoritatea cazurilor, în mod eronat, unei tulburări cardiace grave. O astfel de atribuţie intensifică reacţia fobică, aceasta, la rândul ei, mărind durata sau frecvenţa tahicardiilor ş.a.m.d. Una dintre tehnicile utilizate în reducerea acestei simptomatologii constă în a învăţa pe pacient să facă atribuţii corecte. Tahicardia trebuie atribuită hiperventilaţiei produse de respiraţiile adânci şi sacadate ale subiectului, nu unui morb îngrozitor şi necunoscut. De îndată ce pacientul atribuie tahicardia sau extrasistolele felului său de a respira, se constată o reducere semnificativă a duratei şi incidenţei acestora (Brewin, 1988).

Fără a mai insista asupra acestui exemplu ilustrativ de asimilare reciprocă a behaviorismului şi psihologiei cognitive, putem conchide că disputa dintre cele două orientări este de domeniul trecutului, aparţine unui timp revolut al confruntărilor orgolioase de la mijlocul secolului nostru. Actualmente, critica lasă locul sintezei, complementarităţii şi asimilărilor reciproce.

În rezumat, vom reţine că psihologia cognitivă studiază mecanismele de prelucrare a informaţiei şi impactul lor asupra ansamblului personalităţii. Ea are un limbaj propriu şi o metodologie specifică care se va releva treptat, parcurgând această lucrare. Iniţial orgolioasă şi imperialistă, tinzând să reducă complexitatea fenomenelor psihice la procese strict informaţionale, o dată cu maturizarea ei, psihologia cognitivă şi-a temperat orgoliile. Ea preia şi dezvoltă temele paradigmelor anterioare, inclusiv behaviorismul pe care iniţial l-a criticat cu severitate. Studiul psihologiei cognitive pune în evidenţă caracterul cumulativ al dezvoltării psihologiei înseşi.

După această schiţă de portret, ne putem întreba care sunt relaţiile psihologiei cognitive cu celelalte ramuri ale psihologiei? Răspunsul la această chestiune presupune luarea în considerare a ceea ce s-ar putea numi *caracterul bipolar al psihologiei cognitive*, adică a faptului că ea este, în acelaşi timp: a) o disciplină specifică din cadrul ştiinţelor cognitive şi b) o ramură sau direcţie de specializare a psihologiei înseşi. Pentru a înţelege mai bine acest lucru, vom proceda la un scurt excurs istoric legat de constituirea ştiinţelor cognitive.

741233

BIBLIOTECA JUDEŢEANĂ "GH. ASACHI" IAŞI

1.2. Constituirea ştiinţelor cognitive

1.2.1. Repere biografice

Mijlocul secolului nostru a fost martorul unor realizări ştiinţifice remarcabile în *logica matematică, cibernetică* şi *teoria informaţiei.*

Eforturile de axiomatizare şi formalizare a logicii întreprinse de B. Russell, R. Carnap, D. Hilbert, K. Godel etc. erau încununate prin crearea sistemelor formale şi definirea calculabilităţii. Într-un sistem formal, manipularea simbolurilor se face pe baza unor reguli pur sintactice, ceea ce permite demonstrarea teoremelor din axiome pe baza unor calcule mecanice. Orice funcţie este calculabilă dacă este general-recursivă, adică dacă ea poate fi specificată în mod clar şi descompusă într-un număr finit de componente. Datorită acestei definiţii a calculabilităţii, devenea evident faptul că nu numai funcţiile numerice sunt calculabile, ci şi orice funcţie general-recursivă, de la funcţiile logice elementare până la combinaţiile lingvistice sau comportamente de rezolvare de probleme. Într-adevăr, dacă se descoperă o relaţie funcţională între inputul şi outputul (sau comportamentul) unui individ, şi dacă această funcţie este general recursivă, adică se poate specifica printr-un număr finit de paşi, funcţia respectivă poate fi reprodusă cu mijloace mecanice.

Rezultatele din logica matematică, în primul rând definirea calculabilităţii, explică de ce primele realizări notabile ale ştiinţelor cognitive au apărut în sfera demonstrării pe calculator a teoremelor din sistemul formal de logică elaborat de Russell şi Whithead în *Principia Mathematica* (1915). Fără cercetările de logică simbolică din primele decenii ale secolului nostru acest lucru n-ar fi fost posibil.

Tot un logician – A. Turing –, care a lucrat în al doilea război mondial pentru „spargerea" codurilor secrete germane, a construit o maşină teoretică cu computabilitate universală (maşina Turing) şi a indicat modalitatea operativă de stabilire a inteligenţei unui sistem artificial (Turing, 1936, Hao, 1972). Această procedură, cunoscută sub numele de *testul Turing*, stipulează că un sistem artificial este inteligent dacă răspunsurile pe care le dă el unui observator extern nu pot fi deosebite de răspunsurile pe care le-ar fi dat un subiect uman. Nesatisfăcătoare pentru un psiholog, o atare definire operaţională a inteligenţei a generat totuşi o emulaţie şi un optimism imens în rândul oamenilor de ştiinţă. Inteligenţa artificială avea pusă piatra de hotar.

Născute din necesităţi practice ale războiului legate de îmbunătăţirea comunicaţiilor, teleghidarea rachetelor etc., cibernetica şi teoria informaţiei au atras atenţia lumii ştiinţifice asupra importanţei fluxurilor informaţionale. Până în acel moment, cercetările au vizat doar aspectele substanţiale şi energetice ale realităţii, neglijând dimensiunea informaţională. Or, în această perioadă s-a dovedit că investigarea informaţiei este nu numai necesară, ci şi posibilă, elaborându-se primele teorii matematice ale informaţiei (Shannon) şi primele maşini de procesare a informaţiilor (von

Neumann). Formalizată şi convertită în funcţii calculabile, informaţia a făcut posibilă apariţia calculatoarelor, producând o adevărată revoluţie tehnologică.

În psihologie devenea tot mai evident faptul că paradigma behavioristă şi-a epuizat potenţialul explicativ. Explicarea unor comportamente complexe reclama reconsiderarea cutiei negre, a proceselor psihice interne neglijate de behaviorişti. Profitând de aportul celor trei discipline menţionate mai sus, psihologii au proiectat o nouă viziune asupra psihicului ca sistem de procesare a informaţiei. Studiul fenomenelor psihice a devenit studiul prelucrărilor pe care le suferă informaţia între inputul senzorial şi outputul motor (Neiser, 1967).

Simţind că o mutaţie ştiinţifică fundamentală este iminentă, cercetători de formaţii diferite, profesori şi studenţi şi-au îmbogăţit agenda de întâlniri şi seminarii comune. Contactele ştiinţifice propulsau rapid cercetările. Ca să luăm numai un exemplu, definirea calculabilităţii prin recursivitate a fost prima dată sugerată (vag) de un studiu publicat de K. Gödel (1934). Th. Kleene, un renumit logician, comunică verbal acest lucru lui Herbrand, un alt coleg de breaslă, care, într-o discuţie amicală, i le împărtăşeşte lui Alonzo Church (*apud* Hao, 1972).

Emulaţia intelectuală de la sfârşitul războiului a cuprins cercetători din toate domeniile care vor forma ulterior corpul ştiinţelor cognitive: psihologi (ex.: G. Miller, K. Pribrann, U. Neisser), logicieni (ex.: Church, Gödel, McCollough şi Pitts), lingvişti (ex.: N. Chomsky), antropologi (ex.: C.L. Strauss, Roy D'Andrade), specialişti în inteligenţă artificială (ex.: M. Minsky, J. McCarthy, A. Newell etc.), filozofi (ex.: H. Putnam, J. Fodor) şi neurobiologi (ex.: K. Lashley, D. Hebb). După mărturia unui student din acea vreme – H.A. Simon –, devenit el însuşi una din cele mai marcante figuri ale ştiinţelor cognitive, toţi aceşti cercetători, de vârste şi specialităţi diferite, formau *un colegiu invizibil* din care s-au născut ştiinţele cognitive (*apud* Gardiner, 1987).

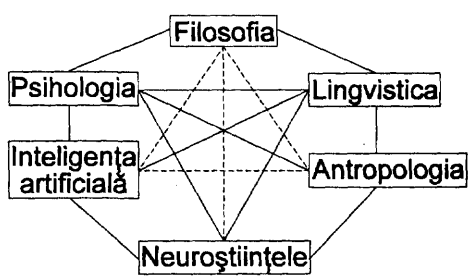
În vara anului 1956 se conturaseră două grupuri de cercetare a mecanismelor de procesare a informaţiei – unul la MIT (Massachussets Institute of Technology), celălalt la Carnegie-Mellon. În toamna aceluiaşi an, între 10-12 septembrie, MIT organizează un simpozion asupra teoriei informaţiei. În ultima zi a simpozionului, la 12 septembrie – considerată ziua de naştere a ştiinţelor cognitive – erau prezentate trei comunicări de referinţă: H.A. Simon şi A. Newell prezentau prima demonstraţie pe calculator a unei teoreme logice într-o comunicare intitulată sugestiv: *Logic Theory Machine*; N. Chomsky, prin *Three models of language*, critica zdrobitor behaviorismul, iniţiind lingvistica teoretică; în fine, G. Miller prezenta forma preliminară a celebrului său studiu: „The Magical number seven, plus or minus two: some limits to our capacity for processing information", publicat în acelaşi an în *Psychological Review*. Ştiinţele cognitive prindeau contur. Rememorând ulterior întâlnirea de la Massachussets, G. Miller nota: „Am plecat de la simpozion cu convingerea fermă, mai mult intuitivă decât raţională, că psihologia experimentală, lingvistica teoretică şi simularea pe calculator a proceselor cognitive sunt părţi ale unui întreg mai general, iar viitorul ne va face dovada construirii progresive a temelor lor comune" (*apud* Gardiner, 1987, p. 29). Câţiva ani mai târziu, în 1967,

U. Neisser consacră termenul de psihologie cognitivă prin publicarea unui volum cu acest nume: *Cognitive Psychology*.

La mijlocul anilor şaptezeci are loc un eveniment important pentru cercetătorii angajaţi în ştiinţele cognitive, ilustrativ şi din punct de vedere al sociologiei ştiinţei. Fundaţia Alfred P. Sloan, o frecventă susţinătoare a cercetărilor avansate prin promovarea unor programe speciale de cercetare - *Particular Programs* - se hotărăşte să aloce câteva sute de milioane de dolari pentru dezvoltarea ştiinţelor cognitive. Mulţi savanţi şi-au modificat drastic agenda de lucru pentru a putea participa la reuniunea de împărţire a fondurilor de cercetare (vezi Gardiner, 1987). Efectele s-au simţit imediat. În 1977 ia fiinţă o societate internaţională de ştiinţe cognitive (Cognitive Science Society) care începe să editeze revista *Cognitive Science*. Se creează rapid departamente şi unităţi de ştiinţe cognitive în toate marile universităţi americane, apoi vest-europene. Se instituie doctorate în ştiinţe cognitive şi se ţin cursuri de vară pe aceeaşi temă etc. Din primii ani ai deceniului nouă, ştiinţele cognitive constituie deja o preocupare instituţionalizată, cu un profil academic distinct. În 1978, scriind primul raport către fundaţia Sloan, cunoscut sub numele de *SOAP* (*State of The Art Paper*), specialiştii din ştiinţele cognitive menţionau: „existenţa domeniului nostru de cercetare e determinată de existenţa unui obiectiv comun: *descoperirea capacităţilor computaţionale şi de reprezentare ale psihicului precum şi a proiecţiilor lor structurale şi funcţionale în creier*" (*apud* Gardiner, 1987, p. 36). Altfel spus, obiectul de cercetare al ştiinţelor cognitive este *sistemul cognitiv* natural sau artificial. Psihologia cognitivă studiază sistemul cognitiv *uman*.

SOAP cuprindea o scurtă radiografie a celor şase discipline sau ştiinţe cognitive: psihologia cognitivă, inteligenţa artificială, filozofia, lingvistica, neuroştiinţele şi antropologia (vezi figura 1.2).

Fig. 1.2. *Ştiinţele cognitive* (după SOAP). Liniile continue semnifică relaţiile tari dintre aceste discipline, iar liniile punctate - relaţiile slabe.



Deşi aprig contestat la vremea respectivă, acest tablou al ştiinţelor cognitive a devenit un loc comun în multe tratate şi manuale publicate ulterior, fiind larg acceptat. Ne mărginim la câteva comentarii succinte la adresa figurii 1.2. Mai întâi, termenii care menţionează disciplinele în cauză nu trebuie luaţi în toată extensiunea lor, ci cu înţeles mult mai restrâns. Este evident, de pildă, că nu toată filozofia intră în ştiinţele cognitive. Existenţialismul, spre exemplu, n-are nimic de-a face cu

aceste ştiinţe. În acest context se are în vedere doar filozofia analitică, logicile filozofice şi epistemologia. În chip similar, psihometria clasică nu poate fi considerată componentă a ştiinţelor cognitive, iar termenul de psihologie desemnează, de fapt, psihologia cognitivă. Tot la fel, prin lingvistică trebuie înţeleasă lingvistica teoretică (Chomsky), prin neuroştiinţe – neuroştiinţa cognitivă, prin „antropologie" – antropologia culturală (C.L. Strauss) ş.a.m.d.

În al doilea rând, relaţiile dintre disciplinele care formează ştiinţele cognitive nu sunt statice, ci *dinamice*, într-o continuă evoluţie. De pildă, multă vreme în relaţiile dintre filozofie şi neuroştiinţe, influenţele lor reciproce au fost foarte slabe. O dată cu relansarea conexionismului, modelarea neoconexionistă a proceselor cognitive a favorizat apropierea celor două discipline.

Simptomatică pentru această situaţie este cartea lui P.S. Churchland, intitulată *Neurophilosophy : Toward a unified theory of mind-brain* (1986).

1.2.2. Psihologia cognitivă şi ştiinţele cognitive

Deşi nu avem încă de-a face cu o ştiinţă cognitivă unificată, ci cu un corp de discipline care interacţionează şi se penetrează reciproc, apar tot mai vădite tendinţe de unificare. Chiar la nivel terminologic se utilizează tot mai mult singularul – ştiinţa cognitivă – în loc de ştiinţe cognitive (ex. : Posner, 1990, Osherson, Kosslyn şi Hollerbach, 1990).

Ca ştiinţă cognitivă ea însăşi sau ca o componentă a unei viitoare ştiinţe cognitive unificate, psihologia cognitivă a fost puternic contaminată de interacţiunea cu celelalte ştiinţe cognitive. Impactul acestor interacţiuni este vizibil sub cel puţin trei aspecte : a) nivelul de analiză a fenomenelor cognitive ; b) aparatul conceptual utilizat ; c) instrumentarul metodologic folosit.

Analiza proceselor informaţionale promovată de psihologia cognitivă se realizează la un nivel componenţial, mult mai detaliat faţă de abordarea tradiţională. Preluând o distincţie făcută de Kelley (1992), putem spune că psihologia tradiţională a realizat o *analiză molară* a proceselor cognitive, pe când psihologia cognitivă întreprinde o *analiză moleculară* a acestor fenomene. Vom ilustra această deosebire luând cazul particular al memoriei.

În mod tradiţional, memoria era văzută ca o facultate psihică unitară guvernată de câteva legităţi generale – legile memoriei – şi care putea fi măsurată prin teste de recunoaştere şi reproducere. Analiza minuţioasă a memoriei cu instrumentarul tehnic şi conceptual al psihologiei cognitive a infirmat şi teza caracterului unitar al memoriei, şi pretinsa universalitate a reproducerii şi recunoaşterii ca metode de evaluare a acesteia. Subiectul uman nu dispune de un singur sistem mnezic, ci de mai multe memorii, iar testele de reproducere şi recunoaştere sunt metode de estimare a memoriei explicite, nu şi a memoriei implicite. În locul unei facultăţi psihice unitare psihologia cognitivă a pus în evidenţă existenţa mai multor sisteme mnezice diferite : memorii senzoriale, memorie semantică, memorie procedurală, memorie explicită,

memorie implicită etc. (6.1-6.7). Subiectul uman dispune de memorii diferite, fiecare cu legităţi şi mecanisme proprii şi cu corelate neurobiologice specifice. Termenul de memorie se utilizează acum doar ca o etichetă generală, ca un concept umbrelă care nu are referent în sistemul neuropsihic, ci etichetează o populaţie eterogenă de structuri şi procese cognitive.

Opţiunea pentru analiza detaliată, moleculară a proceselor cognitive este, în mare măsură, rezultanta a două presiuni care s-au exercitat asupra psihologiei cognitive. *Presiunea de sus*, din partea specialiştilor în inteligenţa artificială, care, în tentativa lor de construire a sistemelor inteligente, şi-au declarat totala insatisfacţie faţă de oferta psihologiei tradiţionale. Ei au considerat conceptele clasice, facultaţioniste ca fiind „comice şi naive" (Narayanan, 1986), incapabile să ofere soluţii lucrative pentru construcţia sistemelor artificiale inteligente. Numai o analiză mult mai detaliată, componenţială, putea fi relevantă pentru construcţia unor programe capabile să realizeze performanţe cognitive similare cu ale subiectului uman.

Presiunea de jos a venit din partea neuroştiinţelor. Ultimele două decenii au marcat o adevărată revoluţie silenţioasă în neuroştiinţe. Descoperirea neurotransmiţătorilor, a neuromodulatorilor şi neurohormonilor, a sinapselor electrice, utilizarea tomografiei computerizate, magnetoencefalografia etc. sunt numai câteva din roadele acestei revoluţii, aflate în plin proces de desfăşurare. Ca o consecinţă a acestor descoperiri, s-a creat un decalaj enorm între nivelul de analiză infracelular, extrem de detaliat, practicat de neuroştiinţe şi analiza molară, în termeni facultaţionişti, practicată de psihologi. Frustraţi de lipsa de corespondenţă dintre datele neurobiologice şi cele psihologice, specialiştii din neuroştiinţe au somat psihologii să-şi rafineze aparatul conceptual şi nivelul de analiză al proceselor psihice, altfel vor fi nevoiţi să reinventeze psihologia (Bunge, Ardila, 1987).

Presiunile de sus (IA) şi de jos (neuroştiinţe) au fost resimţite puternic de psihologie, ca urmare a integrării ei în corpul ştiinţelor cognitive. Intensitatea acestor presiuni ar fi fost mai redusă - cel puţin dinspre IA - dacă psihologia cognitivă s-ar fi dezvoltat independent de celelalte ştiinţe cognitive. Oricum, inteligenţa artificială şi neuroştiinţele au forţat psihologii cognitivişti să recurgă la o analiză componenţială (moleculară) a proceselor cognitive, analiză ale cărei rezultate să poată fi relevante atât pentru construcţia de software inteligent, cât şi pentru stabilirea unor corespondenţe adecvate cu procesele neurobiologice. Mai mult decât atât, s-a ajuns la o teoretizare explicită a principalelor niveluri de analiză la care poate fi supus sistemul cognitiv (1.3.2).

Plasarea psihologiei cognitive în corpul ştiinţelor cognitive, limbajul reclamat de noul nivel de analiză a sistemului cognitiv au dus la dezvoltarea unui nou *aparat conceptual.* Citãm la întâmplare câteva dintre conceptele intrate definitiv în jargonul psihologiei cognitive : „spaţiul problemei", „mediul problemei", „proces modular", „geon", „prototipicalitate", „reprezentarea cunoştinţelor", „analiză ascendentă", „analiză descendentă", „sistem fizic de simboluri", „reguli de producere", „reţele semantice", „reţele neuromimetice", „regula retropropagării erorii", „regula delta generalizată", „prelucrări distribuite", „scenariu cognitiv", „memorie de lucru",

„test implicit", „rest de activare", „procesări simbolice", „procesări subsimbolice", „procesări metacognitive" etc. Noul cadru conceptual (implicit, noua terminologie) reclamă un glosar special menit să decodifice rapid semnificaţiile limbajului cognitivist.

Ţin să subliniez că nu suntem în faţa unei simple modificări de limbaj, a reformulării aceloraşi vechi probleme într-un limbaj cognitivist la modă, cum susţin unii detractori ai psihologiei cognitive. Este vorba de o mutaţie *conceptuală*, care a permis ea însăşi abordarea sistemului cognitiv uman dintr-o nouă perspectivă şi la un nou nivel de analiză. Iar rezultatele acestei mutaţii s-au validat prin relevanţa lor pentru inteligenţa artificială, pe de o parte, pentru neuroştiinţe, pe de altă parte.

Repertoriul conceptual utilizat de psihologia cognitivă variază într-o anumită măsură în funcţie de cele două paradigme în cadrele cărora se realizează investigarea sistemului cognitiv uman: paradigma clasic-simbolică şi paradigma neoconexionistă (1.4). Oricum, aparatul conceptual al psihologiei cognitive rămâne un bun câştigat de pe urma tranzacţiilor conceptuale cu celelalte ştiinţe cognitive. Dacă s-ar fi dezvoltat în afara lor, cu siguranţă psihologia cognitivă ar fi arătat altfel.

A treia caracteristică a psihologiei cognitive ca ştiinţă cognitivă vizează *instrumentarul metodologic* utilizat. Fără îndoială, recursul la experiment ca metodă de producere şi de validare de noi cunoştinţe a rămas axa metodologică principală pentru psihologia cognitivă, ca şi pentru celelalte ramuri ale psihologiei în general. Concomitent însă, psihologii cognitivişti recurg în mod curent şi la altă axă metodologică formată din triada *modelare-formalizare-simulare pe calculator.*

Un model este o construcţie teoretică ce specifică componentele *suficiente* ale unui mecanism, care generează outputuri specifice din procesarea unor inputuri specifice. De exemplu, un model de detectare a contururilor trebuie să specifice prelucrările suficiente care fac posibilă obţinerea contururilor unui obiect (= outputul) din input (= variaţiile de luminozitate ale stimulului). Ulterior, aceste procesări, o dată specificate, sunt *formalizate*, adică transcrise într-un limbaj logico-matematic sau de programare. De exemplu, modelul de extragere a contururilor este formalizat fie prin analiza Fourier, fie prin operaţia matematică de filtrare. O dată formalizat, procesul cognitiv este implementat pe calculator. Dacă modelarea şi formalizarea au fost corecte, atunci calculatorul va simula procesul respectiv, adică va avea aceleaşi performanţe ca şi subiectul uman.

Cele două axe metodologice – experimentul, pe de o parte, modelarea-formalizarea-simularea, pe de altă parte – nu epuizează întregul repertoriu metodologic la care recurge psihologia cognitivă. Analiza protocolului gândirii cu voce tare, înregistrarea mişcărilor oculare, ascultarea dihotomică etc. sunt alte metode la care se va face referinţă pe parcursul acestei lucrări. Mariajul experimentului cu modelarea, formalizarea şi simularea pe calculator constituie nota specifică a psihologiei cognitive ca ştiinţă cognitivă.

Rezumând cele spuse anterior, psihologia cognitivă s-a dezvoltat în interiorul unei întreprinderi ştiinţifice mai largi – *ştiinţele cognitive*. Acestea şi-au pus amprenta asupra aparatului conceptual, metodologiei şi nivelului de analiză promovat de psihologii cognitivişti. Rezultat al interacţiunilor şi penetrărilor reciproce dintre

ştiinţele cognitive, *psihologia cognitivă este ea însăşi o ştiinţă cognitivă.* Atât starea ei actuală cât şi dezvoltarea sa viitoare depind de menţinerea ei în ansamblul ştiinţelor cognitive. E posibil ca, într-un viitor nu prea îndepărtat, ea să devină o ramură specifică a unei ştiinţe cognitive unificate. Aceasta este prima faţă a psihologiei cognitive, cea îndreptată spre ştiinţele cognitive.

A doua faţă a psihologiei cognitive e orientată spre celelalte ramuri ale psihologiei. Ne interesează, aşadar, ce statut şi rol are psihologia cognitivă în interiorul ştiinţei psihologice.

Întâi, vom remarca faptul că, în măsura în care sunt interesate de modul în care personalitatea umană procesează informaţia, toate sau aproape toate ramurile psihologiei sunt marcate de psihologia cognitivă. Ca să luăm numai câteva exemple, psihologia clinică nu se mai poate priva de cercetările asupra prelucrării informaţiei în cazul depresiei, anxietăţii, fobiilor, schizofreniei etc. (ex.: Ingram, 1987). La rândul său, psihologia industrială şi organizaţională profită din plin de cercetările cognitive asupra luării deciziei (8.2-8.4), reprezentării cunoştinţelor (7), rezolvării de probleme (9.1-9.2) etc. Psihologia educaţiei recurge tot mai mult la cercetările asupra memoriei de lucru, strategiilor rezolutive, reprezentării cunoştinţelor etc. Mai mult decât atât, penetrarea psihologiei cognitive a dus la apariţia de *noi direcţii de specializare în interiorul* acestor ramuri psihologice: psihoterapia cognitivă – în cadrul psihologiei clinice –, proiectarea interfeţei om-calculator – în psihologia industrială – sunt exemple relevante în acest sens. Întrucât prelucrarea informaţiei este o dimensiune importantă a oricărui fenomen psihologic cercetat de diverse ramuri ale psihologiei, psihologia cognitivă formează un *cuplu metodologic* cu (aproape) fiecare dintre aceste ramuri. Această situaţie are consecinţe importante asupra modului de pregătire a viitorilor psihologi. Indiferent de domeniul în care îşi vor desfăşura activitatea, un volum substanţial de cunoştinţe de psihologie cognitivă este absolut necesar pentru obţinerea unor performanţe profesionale superioare. Oriunde modul de procesare a informaţiei are un impact asupra fenomenului investigat de psiholog, apelul la psihologia cognitivă se dovedeşte deosebit de util.

În al doilea rând, deşi componenta informaţională este ubicuă, comportamentul uman, precum şi multe alte fenomene psihice interne nu sunt reductibile la procesarea informaţiei. Componenta cognitivă, oricât de importantă, nu epuizează complexitatea fenomenelor psihice. Influenţa contingenţelor (a întăririlor pozitive sau negative) asupra comportamentului, expresivitatea emoţiilor, trebuinţele (motivaţia în general), relaţiile interpersonale etc. nu pot fi reduse integral la structuri şi prelucrări cognitive.

Ca să nu rămânem la enunţuri generale, să luăm ca exemplu creativitatea[1]. Este indubitabil că factorii cognitivi joacă un rol esenţial în procesul de creaţie. Este însă o eroare să reducem creaţia (şi creativitatea) la mecanismele de prelucrare a informaţiei. Motivaţia subiectului *influenţează* masiv atât performanţa cât şi capacitatea sa creativă. Plăcerea de a descoperi sau de a inventa, curiozitatea sunt menţionate de mulţi creatori de marcă drept vectori principali ai propriei lor creaţii.

1. Sunt recunoscător profesorului Alexandru Roşca pentru remarcile ce urmează.

Adesea creaţia este un antidot, o modalitate de rezolvare a unei nevroze (Miclea, 1991). Mai mult, analiza psihologică a creaţiei nu poate face abstracţie de climatul creativ, de relaţiile interpersonale ale creatorului, de contactele sale ştiinţifice, de modelul de personalitate, de influenţa profesorilor inhibitivi sau stimulatori, de capacitatea creatorului de a suporta lipsa soluţiei sau ambiguitatea etc. (Roşca, 1981, Miclea, 1991).

Dacă întreaga varietate de fenomene psiho-comportamentale nu se poate rezuma la procesări de informaţie, atunci nici psihologia cognitivă nu se poate substitui psihologiei. Teoriile şi modelele dezvoltate în interiorul psihologiei cognitive trebuie însă să satisfacă cerinţele impuse oricărei teorii psihologice. Una dintre aceste cerinţe se referă la validitatea predictivă: orice teorie sau model cognitiv trebuie să genereze predicţii valide sau cel puţin testabile despre comportamentul uman în situaţii naturale, cotidiene. Formalizarea şi simularea pe calculator nu sunt cerinţe necesare şi/sau suficiente pentru ca un model cognitiv să fie acceptat de comunitatea psihologilor. Se pretinde ca modelul în cauză să genereze predicţii testabile şi relevante pentru comportamentul uman. În schimb, validitatea predictivă sau cea ecologică a unei teorii cognitive nu prezintă interes deosebit pentru celelalte ştiinţe cognitive, în special pentru inteligenţa artificială.

În rezumat, psihologia cognitivă caută să satisfacă un dublu standard: a) de a oferi modele formalizate şi implementabile pe calculator; b) de a construi modele valide şi relevante pentru comportamentul uman. Prima constrângere este impusă de pretenţiile şi expectanţele celorlalte ştiinţe cognitive, iar cea de-a doua reflectă pretenţiile comunităţii psihologice. Măsura în care un model elaborat în interiorul psihologiei cognitive satisface unul sau celălalt dintre aceste standarde îl apropie mai mult de ştiinţa cognitivă sau de psihologie. Această dublă aspiraţie a psihologiei cognitive, de a satisface atât constrângerile impuse de plasarea în interiorul ştiinţei cognitive, cât şi pretenţiile ridicate de nevoia explicării comportamentului uman, ne îndeamnă să vorbim despre *caracterul bicefal* al psihologiei cognitive. Psihologii cognitivişti nu pot renunţa la nici una dintre cele două năzuinţe, deoarece ambele sunt gratifiante. Satisfacerea cerinţelor ştiinţelor cognitive oferă psihologiei, pentru prima dată, şansa de a avea aplicaţii în tehnologia de vârf (ex.: construirea sistemelor expert, a sistemelor artificiale de detectare a figurilor etc.). Relevanţa tehnologică a modelelor lor este, într-adevăr, deosebit de măgulitoare pentru psihologii cognitivişti. Pe de altă parte, construcţia unor modele cognitive valide şi relevante psihologic marchează un progres uriaş în explicarea comportamentului uman şi face posibilă dezvoltarea unor tehnici mult mai precise de diagnostic şi intervenţie psihoterapeutică (ex.: psihoterapia cognitivă, diagnoza amneziei etc.).

În stadiul actual de dezvoltare a psihologiei cognitive, cele două standarde sunt greu de satisfăcut concomitent. Aflate la capetele unui continuum, ele permit psihologului cognitivist să se plaseze mai aproape de unul sau altul dintre ele. Nu se poate spune însă că ele sunt ireconciliabile. Dimpotrivă, există cerinţe comune pe care trebuie să le satisfacă psihologia cognitivă, atât în calitate de ştiinţă cognitivă, cât şi în calitate de disciplină psihologică: consistenţa internă, plauzibilitatea

neuronală etc. Considerăm că viitorul va face dovada împletirii tot mai strânse a formalismului şi validităţii ecologice în beneficiul general al psihologiei. Prin diversitatea modelelor prezentate, volumul de faţă oferă o glisare completă între cele două extreme ale continuumului.

1.3. Analiza sistemului cognitiv

1.3.1. Definirea sistemului cognitiv

Un sistem cognitiv este un sistem fizic care posedă două proprietăţi : de reprezentare şi de calcul.

Orice sistem cognitiv este o entitate obiectuală, un element din realitatea fizică, cu proprietăţi substanţiale şi energetice corespunzătoare. Din definiţie rezultă că nu există sistem cognitiv independent de orice structură fizică. Această asumpţie, susţinută de rezultatele cercetării ştiinţifice de până în prezent, e solidară cu teza dependenţei informaţiei de substratul său substanţial şi energetic. Aşa cum nu există informaţie pură, independentă de orice suport material, nu există nici sistem cognitiv eliberat de orice constrângere impusă de legile fizicii. Un calculator, un sistem de inteligenţă artificială, creierul uman sunt sisteme cognitive realizate de structuri fizice diferite. Dependenţa sistemului cognitiv de o structură materială nu înseamnă că e vorba de o dependenţă strictă : o prelucrare de informaţie este întotdeauna executată de un sistem fizic, dar nu de un sistem fizic *anume*, infailibil determinat. De exemplu, o operaţie logică poate fi executată de o reţea neuronală, de o reţea din cipuri de siliciu, de supraconductori sau de tuburi hidraulice. Aşadar, acelaşi sistem cognitiv sau acelaşi tip de procesare a informaţiei poate fi implementat în sisteme fizice total diferite. Nu orice sistem fizic este un sistem cognitiv, ci doar acele sisteme care au capacitatea de reprezentare şi de calcul.

Reprezentarea[2] *este o reflectare într-un mediu intern a realităţii exterioare.* O definiţie mai riguroasă a ceea ce înseamnă reprezentare în ştiinţele cognitive e oferită de A. Newell (1992). Să presupunem că în mediul extern apare un *eveniment :* o variabilă *X* se transformă într-o variabilă *Y*. Acest eveniment îl vom nota sub forma *X-T-Y*. O reprezentare a evenimentului *X-T-Y* într-un mediu intern se realizează atunci când o proiecţie *x* a lui *X* şi o proiecţie *t* a lui *T* în acest mediu pot genera o variabilă *y* care să corespundă variabilei *Y*.

Esenţialul în cazul unei reprezentări este stabilirea unei *relaţii sistematice* între domeniul ce trebuie reprezentat şi mediul intern în care el este reprezentat. Fără o

2. Psihologia cognitivă a renunţat la sensul tradiţional al noţiunii de reprezentare (= imaginea schematică a unui obiect în absenţa acţiunii acestuia asupra organelor de simţ). Se utilizează însă cu sens similar noţiunea de imagini mintale. Accepţiunea curentă a „reprezentării" în ştiinţele cognitive a fost preluată din logica simbolică, îndeosebi din teoria sistemelor formale.

reflectare internă a mediului extern, un sistem nu se poate orienta în spaţiu, nu poate da dovadă de inteligenţă. El ar fi la cheremul legilor fizice care îi guvernează mediul. De pildă, pentru a rezolva o problemă noi trebuie să ne reprezentăm ce se dă şi ce se cere, precum şi procedura prin care putem ajunge de la datele problemei la soluţia acesteia. Problema sau situaţia problematică este obiectivă. Pentru a o rezolva trebuie să ne-o reprezentăm în mintea noastră. Această reprezentare este *similară*, dar nu este identică cu enunţul problemei sau cu situaţia problematică din afara noastră. Există însă o relaţie sistematică între variabilele interne şi referentul lor extern, ceea ce face ca cele din urmă să fie reprezentări ale celor dintâi.

Reprezentările utilizate de sistemul cognitiv uman pot fi *simbolice* (= imagini, conţinuturi semantice etc.) sau *subsimbolice* (= patternuri de activare ale reţelelor neuronale) (1.4.2).

Calculul, cealaltă proprietate de care trebuie să dispună un sistem fizic pentru a fi socotit un sistem cognitiv, constă în *manipularea reprezentărilor pe baza unor reguli.* Dacă reprezentările sunt simbolice, atunci avem de-a face cu reguli de manipulare a simbolurilor. De exemplu, regulile de efectuare a operaţiilor matematice, regulile sintactice sau gramaticale, reguli semantice, reguli pragmatice etc. sunt reguli pe baza cărora realizăm diverse combinaţii de simboluri. Dacă reprezentările sunt subsimbolice sau neuromimetice, avem de-a face cu reguli de modificare a valorilor de activare. De pildă, regula lui Hebb, regula de retropropagare a erorii, regula delta generalizată etc. Corespunzător celor două tipuri de reprezentări şi de reguli, au fost dezvoltate două tipuri de modelări în ştiinţele cognitive: *clasic-simbolice* şi *neuromimetice* (1.4.1-1.4.2).

Rezultă din cele menţionate anterior că nu caracteristicile fizice sunt determinante pentru un sistem cognitiv, ci capacitatea sa de reprezentare a mediului şi de a efectua calcule cu aceste reprezentări.

Reprezentarea şi calculul sunt trăsăturile necesare şi suficiente pentru ca un sistem fizic să posede inteligenţă. Fundamentate pe o astfel de definiţie a obiectului de studiu – sistemul cognitiv, ştiinţele cognitive îşi rezervă o mare deschidere: aceea de a cerceta orice inteligenţă terestră sau extraterestră, naturală sau artificială. Temeiul stabilirii unor eventuale contacte cu alte fiinţe inteligente din galaxia noastră sau din alte galaxii constă în analiza şi compatibilitatea sistemelor noastre cognitive. Altfel, fantasmările paranoide şi viziunile de coşmar vor parazita mereu orice posibilă comunicare de acest gen. Parafrazându-l pe Wittgenstein, cu extratereştrii se poate discuta, în primul rând, ştiinţă cognitivă. Din acest punct de vedere, ştiinţele cognitive sunt nişte *ştiinţe de întâlnire*, capabile să optimizeze întâlnirile şi contactele noastre cu alte fiinţe inteligente din univers.

Fundamentată în interiorul ştiinţelor cognitive, psihologia cognitivă adoptă aceeaşi definiţie a sistemului cognitiv, subliniind preocuparea sa pentru sistemul cognitiv uman, ca obiect de cercetare specific.

1.3.2. Niveluri de analiză ale sistemului cognitiv

Să presupunem că suntem în situaţia de a demonstra o teoremă de logică simbolică dintr-o mulţime de axiome. Explicarea comportamentului nostru într-o astfel de sarcină reclamă o analiză multinivelară. Mai întâi, trebuie analizată sarcina respectivă : ce se dă şi ce se cere, ce reguli de deducţie se pot folosi, ce relaţie este între input (= axiome) şi output (= teorema de demonstrat). Aceasta este o analiză computaţională. În al doilea rând se impune investigarea bazei de cunoştinţe a subiectului, adică o analiză a nivelului intenţiilor şi cunoştinţelor sale : dacă cunoaşte semnificaţia simbolurilor utilizate, dacă cunoaşte regulile de deducţie necesare, dacă ştie ce este o axiomă şi ce este o teoremă, dacă a înţeles sarcina etc. În al treilea rând ne interesează cum anume şi-a reprezentat subiectul sarcina respectivă (sub formă imagistică sau lingvistică, serială sau în paralel etc.) şi care este algoritmul sau procedura pe care o urmează pentru a ajunge de la input la output. În fine, ne interesează care sunt ariile corticale implicate şi ce procese neurobiologice au loc în momentul efectuării sarcinii.

Orice altă sarcină poate fi luată ca exemplu, de la o problemă de geometrie, la utilizarea pronumelui personal „el" sau la rezolvarea unei matrice din Testul Raven. Explicaţia modului de procesare a informaţiei şi, implicit, a diferenţelor interindividuale se bazează pe abordarea fenomenului cognitiv la toate cele patru niveluri. Abordarea multinivelară este reclamată nu numai de explicarea comportamentului uman, ci şi pentru înţelegerea sau proiectarea oricărui sistem cognitiv. De pildă, ca să proiectăm un sistem artificial care realizează demonstrarea unor teoreme, trebuie mai întâi să avem o teorie matematică sau logico-matematică a funcţiei de deducţie. Ne vom întreba apoi cum să reprezentăm axiomele şi teoremele într-un limbaj de programare, ce algoritmi specifici vor fi utilizaţi, ce cunoştinţe trebuie introduse în sistem şi ce fenomene au loc la nivel de hardware. Generalizând, ajungem la următoarea teză metodologică.

Orice sistem cognitiv, deci implicit cel uman, poate fi analizat la cel puţin patru niveluri : (1) *nivelul cunoştinţelor* ; (2) *nivelul computaţional* ; (3) *nivelul reprezentaţional-algoritmic* ; (4) *nivelul implementaţional.*

1.3.2.1. Nivelul cunoştinţelor[3]

Pentru a înţelege comportamentul unui sistem cognitiv trebuie investigată baza de cunoştinţe pe care o posedă şi *scopul sau intenţiile* de care este animat. De exemplu, comportamentul meu din momentul de faţă poate fi explicat pe baza intenţiei mele de a scrie o carte de psihologie cognitivă şi pe baza cunoştinţelor pe care le am. Dacă aş avea alte cunoştinţe, aş elabora altfel acest volum, iar modul de aranjare a

3. Uneori acest nivel se mai numeşte semantic. Cum însă nu e vorba doar de cunoştinţe legate de limbaj, preferăm sintagma de nivel al cunoştinţelor.

capitolelor şi subcapitolelor este rezultanta scopului meu de a scoate în evidenţă anumite aspecte ale ştiinţelor cognitive şi a cunoştinţelor de care dispun în momentul de faţă. Cea mai mare parte a comportamentului nostru cotidian poartă amprenta conjuncţiei dintre scopuri şi cunoştinţele de care dispunem. Comportamentul indivizilor dintr-o anumită nişă ecologică este similar în măsura în care ei au cunoştinţe şi intenţii comune şi este diferit în măsura în care acestea sunt diferite. Evident, cunoştinţele şi scopurile (scopurile pot fi considerate ca un gen special de cunoştinţe despre o stare viitoare dezirabilă) nu epuizează toată complexitatea comportamentului uman, dar constituie un factor esenţial în explicarea acestuia. Îndeosebi *deciziile* pe care le ia subiectul sunt dependente de intenţionalitatea şi cunoştinţele sale (8.3.1-8.3.5). Cunoştinţele subiectului survin din mai multe surse: enunţul problemei, experienţa imediată sau de lungă durată cu acest tip de sarcină, deprinderile dobândite, socializarea şi enculturaţia etc.

Comportamentele sau mecanismele psihice care se modifică în funcţie de cunoştinţele pe care le are subiectul se numesc *cognitiv-penetrabile* (Pylyshyn, 1984, 1990). De exemplu, recunoaşterea unei litere se realizează mai rapid dacă ea este prezentată într-un cuvânt cu sens decât într-o combinaţie lingvistică fără sens (2.3.4.1). În general, orice obiect sau figură este recunoscută mai rapid într-un context corespunzător decât într-unul neuzual pentru obiectul sau figura respectivă (2.3.4.3). Comportamentul meu din momentul de faţă s-ar schimba dacă mi s-ar aduce la cunoştinţă că este interzisă publicarea de cărţi de psihologie cognitivă în România sau dacă mi-aş propune să obţin succes în afaceri. Nu numai comportamentul normal, ci şi cel patologic este reglat de cunoştinţele subiectului. Comportamentul fobic, aşa cum am arătat anterior, se poate ameliora sau înrăutăţi datorită cunoştinţelor pe care le are pacientul. Aceste cunoştinţe rezultă din atribuţiile pe care pacientul le face. Ca să ne limităm doar la încă un exemplu, simptomatologia depresivă (îndeosebi depresia medie) variază în funcţie de ce crede subiectul despre sine însuşi (*self-concept*) şi de capacitatea sa de a-şi influenţa comportamentul (*locus of control*) (ex.: Beck, 1976, Seligman, 1975). Terapia cognitivă constă tocmai în modificarea schemelor cognitive ale subiectului (Beck, 1976) sau a convingerilor sale eronate (Ellis, 1962). Comportamentele sau procesările cognitive care nu sunt influenţate de cunoştinţele de care dispune subiectul sau de intenţiile sale se numesc *cognitiv-impenetrabile*. De exemplu, extragerea contururilor unui obiect pe baza variaţiei intensităţii luminii nu depinde de cunoştinţele pe care le are subiectul (2.2.1). Modulele şi arhitectura cognitivă, despre care vom putea vorbi mai convingător în capitolul final, sunt impenetrabile cognitiv (10).

O singură remarcă se mai impune aici, care ne va fi utilă în expunerea ulterioară. Prelucrarea stimulului de către sistemul cognitiv uman se realizează pornind de la caracteristicile sale fizice sau de suprafaţă (ex.: contururile, textura, culoarea, deplasarea în spaţiu) spre caracteristicile sale semantice sau funcţionale (ex.: categoria din care face parte, semnificaţia, funcţia pe care o are într-un scenariu dat etc.). Acest tip de procesări, vectorizate de jos în sus, de la palierele periferice ale sistemului cognitiv spre cele centrale, poartă numele de *analiză ascendentă* a

stimulului (*bottom-up analysis, data-driven processing*). Ea este impregnată de caracteristicile fizice ale stimulului, precum şi de proprietăţile modulelor cognitive periferice. Cunoştinţele de care dispune subiectul fac posibil şi alt tip de procesări vectorizate invers, de la baza de cunoştinţe a subiectului spre datele fizice ale stimulului. În jargonul psihologiei cognitive ele sunt cunoscute sub numele de *analiză descendentă* (*top-down analysis*). Analiza descendentă este generată de baza de cunoştinţe a subiectului (*knowledge driven*). De exemplu, în recunoaşterea unui cuvânt, concură analiza ascendentă – prelucrarea contururilor literelor, a mărimii şi formei lor, a grupării lor într-un gestalt unic pe baza proximităţii spaţiale – dar şi analiza descendentă – inferenţele generate de cunoştinţele de limbă română. Analiza descendentă ne explică de ce recunoaşterea cuvântului respectiv se face mai uşor dacă el este plasat într-o propoziţie cu sens, decât într-una lipsită de semnificaţie sau de ce caracteristicile feţei umane sunt recunoscute mai rapid dacă sunt plasate în contextul figurii umane, decât dacă sunt prezentate independent (2.3).

1.3.2.2. Nivelul computaţional

Atât sistemul cognitiv uman în integralitatea sa, cât şi subsistemele componente sunt confruntate cu o serie de sarcini pe care trebuie să le rezolve, să le afle o soluţie. Una dintre modalităţile de analiză ale sistemelor cognitive porneşte de la *analiza sarcinii* pe care acestea o au de executat. Analiza sarcinii vizează descompunerea ei în componente simple şi stabilirea relaţiei dintre datele de intrare şi datele de ieşire. Pentru diverse componente ale sarcinii sunt postulate apoi tot atâtea mecanisme cognitive care concură la realizarea lor. *Stabilirea exhaustivă a procesărilor la care sunt supuse datele problemei (= inputul) pentru a obţine soluţia (= outputul)* este principala finalitate a abordării sistemului cognitiv la nivel computaţional. Dacă analiza la nivelul cunoştinţelor urmărea să circumscrie baza de cunoştinţe a subiectului şi modul în care aceasta influenţează procesarea informaţiei sau comportamentul, analiza computaţională caută să identifice *care* anume sunt prelucrările care permit transformarea inputului în output. Pe scurt, *care este funcţia input-output.*

Exemplu: Se cunoaşte că obiectele tridimensionale din realitate au o proiecţie bidimensională pe retină. Conform unei teoreme cunoscute din geometria proiectivă, un număr infinit de obiecte tridimensionale pot avea una şi aceeaşi proiecţie bidimensională. În acest caz, sarcina cu care se confruntă sistemul cognitiv este de a afla care este obiectul tridimensional ce a generat o anumită imagine bidimensională. Reformulată într-un limbaj mai tehnic, problema sună în felul următor: fiind dată o reprezentare bidimensională formată dintr-o mulţime de pixeli, să se afle obiectul tridimensional care a produs-o. Proiecţia bidimensională de pe retină intră ca input într-o serie de prelucrări al căror output este recunoaşterea obiectului tridimensional care a generat-o. Identificarea mecanismelor care permit transformarea inputului în outputul corespunzător este principala sarcină a unei abordări computaţionale a procesării stimulilor vizuali. Modelele prezentate în următorul capitol din acest volum vizează tocmai analiza computaţională a sistemului cognitiv-vizual (2.2).

De regulă, analiza computaţională a funcţionării sistemului cognitiv recurge la utilizarea formalismelor matematice sau logico-matematice. În cazul prelucrării informaţiei vizuale, variaţiile de intensitate luminoasă a punctelor de pe retină (= pixeli) sunt supuse unor serii de calcule matematice pe baza cărora se poate reconstitui stimulul original, referenţial (2.2.2). Pentru ca aceste calcule să poată fi finalizate într-un timp real, ele trebuie să ia în considerare caracteristicile mediului fizic şi ale sistemului fizic care realizează procesarea stimulului în cauză. Aceste proprietăţi exprimă regularităţi statistice, aproape întotdeauna adevărate şi sunt cunoscute în jargonul ştiinţelor cognitive sub numele de *constrângeri naturale.*

Exemplu: Una dintre modalităţile de percepere a adâncimii are la bază disparitatea retinală, adică faptul că cei doi ochi sunt poziţionaţi diferit, astfel încât unul şi acelaşi stimul are proiecţii diferite pe cele două retine (vezi, pentru detalii, 2.2.3). Putem să ne dăm seama de acest lucru printr-o demonstraţie simplă. Ţineţi la o distanţă potrivită de ochii dumneavoastră unul dintre degete. Închideţi ochiul drept şi priviţi-vă degetul numai cu ochiul stâng. Apoi închideţi ochiul stâng şi priviţi-l cu cel drept. Veţi constata că imaginea degetului alunecă uşor spre stânga. Veţi mai constata că această disparitate binoculară sau retinală este tot mai mică pe măsură ce vă îndepărtaţi degetul de cei doi ochi. Aşadar, disparitatea binoculară variază în funcţie de adâncime. Pentru a calcula adâncimea pe baza disparităţii sistemului vizual, ca sistem cognitiv, trebuie mai întâi să se stabilească acei pixeli din fiecare retină care corespund unuia şi aceluiaşi punct de pe suprafaţa stimulului. Această problemă de corespondenţă are însă prea multe soluţii: orice pixel al imaginii retinale stângi poate corespunde oricărui alt pixel cu aceeaşi valoare de pe imaginea retinală dreaptă. Pentru a limita aceste soluţii la cele fizic posibile, trebuie să luăm în calcul câteva caracteristici ale lumii fizice în care trăim sau câteva *constrângeri naturale.* O seamă de cercetători de la Massachussets Institute of Tehnology (MIT) au ajuns la concluzia că este suficientă considerarea a două astfel de regularităţi: a) *constrângerea unicităţii*, conform căreia, de regulă, suprafeţele stimulilor fizici nu sunt transparente, ceea ce înseamnă că unui pixel dintr-o imagine de pe retină i se asignează o singură adâncime; acest lucru n-ar fi valabil dacă am trăi într-un univers în care majoritatea corpurilor sunt transparente; b) *constrângerea continuităţii* care arată că majoritatea suprafeţelor unui obiect sunt continue, adică dacă unui punct i se asignează o anumită adâncime, punctele din imediata sa vecinătate au o adâncime similară. O dată integrate aceste asumpţii sau caracteristici ubicue ale lumii fizice în calculul disparităţii binoculare, se rezolvă problema corespondenţei imaginilor de pe cele două retine, fiind posibilă estimarea adâncimii în spaţiu.

Exemplul prezentat anterior scoate în relief faptul că prelucrările la care e supus inputul pentru a se produce un anumit output sunt constrânse de mediul fizic în care operează sistemul cognitiv. Sistemul nostru cognitiv s-a dezvoltat în interacţiune cu un *anumit* mediu fizic, care îi circumscrie gama de procesări posibile. Într-un alt univers fizic, sistemul cognitiv ar fi funcţionat diferit. Aşadar, sistemul cognitiv uman nu este un calculator universal care procesează informaţia insensibil la mediul

în care se află. Dimpotrivă, prelucrările pe care el le realizează sunt constrânse de caracteristicile naturale ale universului nostru fizic.

Analiza computaţională a sistemului cognitiv pune în evidenţă existenţa a două tipuri de prelucrări: a) modulare; b) non-modulare. *Procesările modulare* nu pot fi influenţate de cunoştinţele de care dispune subiectul (adică sunt cognitiv impenetrabile), se realizează automat, preatenţional, sunt incapsulate şi au o locaţie neuroanatomică relativ precisă. *Procesările non-modulare* sunt acele tratamente la care e supusă informaţia care pot fi influenţate de baza de cunoştinţe a subiectului. De pildă, procesarea primară a informaţiei vizuale se realizează modular; recunoaşterea obiectelor este însă un mecanism cognitiv nonmodular (vezi 2.2-2.3). După ce a stabilit care sunt prelucrările pe care le suferă inputul pentru a produce un output corespunzător, circumscrise de constrângerile naturale sau de baza de cunoştinţe a subiectului, abordarea computaţională le cuprinde într-un model matematic.

1.3.2.3. Nivelul algoritmic-reprezentaţional

În afară de analiza bazei de cunoştinţe (nivelul cunoştinţelor) şi a procesărilor implicate în relaţia funcţională dintre input şi output (abordarea computaţională), sistemul cognitiv poate fi abordat şi la nivel reprezentaţional-algoritmic. Dacă abordarea computaţională porneşte de la analiza sarcinii şi îşi pune problema stabilirii prelucrărilor (= calculelor) care fac posibilă transformarea inputului în output, analiza reprezentaţional-algoritmică îşi pune problema *algoritmului* care realizează funcţia input-output şi a *modalităţilor de reprezentare* a inputului, respectiv outputului. Un *algoritm* este o secvenţă de calcule pe baza căreia, printr-un număr finit de paşi din datele de intrare, se obţin datele de ieşire (= soluţia corectă la o problemă). Algoritmii de extragere a rădăcinii pătrate, de rezolvare a ecuaţiei de ordinul II, de calcul al ipotenuzei într-un triunghi dreptunghic etc. sunt doar câteva exemple de algoritmi cu care operăm în mod obişnuit.

Reprezentările se referă la modul de codare a inputului, cum anume este el reprezentat în sistemul cognitiv: semantic, imagistic, serial, prin valori de activare etc. (1.3.1). Reprezentările şi algoritmii îşi impun reciproc constrângeri: o anumită reprezentare poate favoriza un anumit algoritm şi nu altul, după cum o anumită procedură de calcul poate facilita utilizarea unei reprezentări specifice. Într-unul din capitolele ulterioare, dedicate raţionamentului, vom putea constata că modul de realizare efectivă a raţionamentului serial depinde de algoritmul şi reprezentările la care recurg subiecţii (9.2.4).

Până atunci, să recurgem însă la un exemplu mai simplu. Să presupunem că ni se cere să stabilim suma a două numere: 428 + 500. (Înainte de a parcurge mai departe textul, autorul vă invită să efectuaţi această operaţie.) La nivel computaţional, analiza acestei sarcini constă în identificarea datelor de intrare (428 şi 500) şi a funcţiei aditive dintre acestea şi suma rezultată. Funcţia respectivă, o dată detectată, are un nivel de generalitate ridicat: ea nu depinde de sistemul care o execută, ce poate fi un subiect uman sau un calculator. Nu depinde nici de modul în care ea este

reprezentată şi de algoritmul pe baza căruia se poate calcula. Dintre toate teoriile asupra sistemelor de procesare a informaţiei, cea computaţională are nivelul de generalitate cel mai ridicat. Ea nu este însă suficientă. Dacă ne interesează analiza în adâncime a sistemului (uman) de procesare a informaţiei sau a diferenţelor interindividuale, trebuie să împingem analiza la nivel algoritmic-reprezentaţional. În exemplul citat anterior, un subiect poate să-şi reprezinte numerele respective prin cifre arabe sau prin cifre romane, în baza zece sau în baza doi etc. Chiar dacă au recurs la aceeaşi reprezentare (= prin cifre arabe), algoritmii pot fi diferiţi. Un subiect realizează adunarea închipuindu-şi cele două numere aşezate unul sub altul, iar apoi procedează la adunarea unităţilor, a zecilor şi a sutelor. Altul recurge la altă procedură: adună întâi sutele, apoi coboară blocul unităţilor şi al zecilor. Funcţia este aceeaşi, dar algoritmul este diferit. Majoritatea cercetărilor întreprinse în psihologia cognitivă vizează nivelul reprezentaţional-algoritmic, modul în care subiectul îşi reprezintă cerinţele sarcinii şi procedura pe care acesta o utilizează pentru soluţionarea ei. Abordarea reprezentaţional-algoritmică nu constituie singura preocupare a psihologilor cognitivişti. Analiza computaţională este adesea esenţială în înţelegerea modului de procesare a informaţiei, eliminând rătăcirile datorate construirii de algoritmi ad-hoc (Marr şi Poggio, 1977, Marr, 1982). Calculul adâncimii pe baza disparităţii binoculare, analizată computaţional, a permis elaborarea unui algoritm bazat pe integrarea constrângerilor naturale extrem de performant (Marr şi Poggio, 1976, Hurlbert şi Poggio, 1988). În plus, analiza computaţională apropie psihologia cognitivă de inteligenţa artificială şi lingvistica teoretică, după cum investigaţia la nivel implementaţional o apropie de neuroştiinţe.

1.3.2.4. Nivelul implementaţional

Orice sistem cognitiv este un *sistem fizic*, fiind format din celule nervoase (= creierul), din cipuri de siliciu (calculatoarele actuale) sau alte materiale. Funcţionarea lui poate fi analizată inclusiv la nivelul proceselor fizice sau biochimice concomitente procesărilor informaţionale. Să facem mai întâi o analogie cu calculatorul. Funcţionarea unui calculator poate fi abordată la mai multe niveluri: a) *ce cunoştinţe* posedă calculatorul respectiv; b) *ce funcţii* input-output poate calcula (= abordarea computaţională); c) *cum* realizează aceste funcţii (algoritmul) şi cum şi le reprezintă (= limbajul de programare) – nivel algoritmic-reprezentaţional; d) ce se întâmplă la nivel de hardware atunci când execută o anumită sarcină.

În mod similar, putem analiza sistemul cognitiv uman: ce cunoştinţe şi intenţii are, care sunt cerinţele şi prelucrările prin care ajunge de la datele problemei la soluţie, cum îşi reprezintă sarcina şi cum o realizează efectiv, în fine, ce procese neurobiologice au loc în momentul efectuării sarcinii respective. De investigarea nivelului implementaţional – în cazul subiectului uman – se ocupă neuroştiinţele. Acel segment al neuroştiinţelor care nu se interesează exclusiv de fenomenele biologice, ci de modul în care o anumită structură neurobiologică realizează o anumită procesare a informaţiei poartă numele de *neuroştiinţe cognitive* (*cognitive neurosciences*).

1.3.2.5. Valoarea analizei multinivelare

Rezumând cele afirmate anterior (1.3.2.1-1.3.2.4), funcţionarea unui sistem cognitiv uman sau artificial poate fi analizată la următoarele niveluri: a) *la nivelul cunoştinţelor* – pentru a stabili baza sa de cunoştinţe şi intenţiile care îi ghidează comportamentul; b) *la nivel computaţional* – pentru a stabili cerinţele sarcinii pe care trebuie să o rezolve, procesările care mediază relaţia funcţională dintre input şi output; c) *la nivel reprezentaţional-algoritmic* – pentru a vedea cum îşi reprezintă inputul şi outputul şi care e procedura efectivă de realizare a funcţiei input-output; d) *la nivel implementaţional* – pentru a vedea care este structura materială (neurobiologică sau artificială) ce realizează o anumită procesare a informaţiei. Corespunzător, asistăm la teorii diferite, în funcţie de analiza pe care o întreprind.

Recursul la analiza multinivelară este impus de însăşi organizarea pe niveluri a sistemelor de procesare a informaţiei. Pentru a explica comportamentul unui jucător de şah, trebuie să luăm în considerare cunoştinţele şi intenţiile sale, calculele care mediază poziţia dată de pe tabla de şah cu configuraţia dezirabilă, modul în care jucătorul îşi reprezintă realitatea de pe tabla de şah şi procedurile pe care el le foloseşte pentru a transforma starea prezentă în starea dezirabilă, în fine, structurile neurobiologice implicate în jocul de şah. Parafrazându-l pe H.A. Simon (1977), natura este organizată pe niveluri, ca atare explicaţia însăşi trebuie organizată multinivelar.

Acesta este un alt mod de a reafirma o teză mai veche din logica ştiinţei, şi anume că *explicaţia nu este tranzitivă*. Dacă *A* explică pe *B* şi *B* explică pe *C*, nu înseamnă că *A* explică pe *C*. Dacă o anumită structură biologică explică de ce informaţia se codează într-un fel şi nu în altul şi dacă modul de codare a informaţiei explică performanţele diferenţiale ale subiecţilor în rezolvarea unei probleme nu înseamnă că aceste performanţe pot fi explicate prin apelul direct la structura neurofiziologică. Aşadar, abordarea multinivelară a sistemului cognitiv este impusă de propria sa organizare ierarhică. Parafrazându-l pe D. Marr, aşa cum legile zborului nu se pot deduce din anatomia unei pene de pasăre, nici comportamentul subiectului în rezolvarea unei sarcini nu se poate explica prin procesele neurobiologice implicate. Analiza funcţionării cognitive din cele trei perspective se realizează inegal, în funcţie de mecanismul analizat. Există mecanisme cognitive în care principalele rezultate obţinute până acum sunt la nivel computaţional şi implementaţional (ex.: procesarea informaţiei vizuale primare), după cum, în alte situaţii – ca în rezolvarea de probleme, de pildă, abordarea reprezentaţional-algoritmică este dominantă, teoriile computaţionale fiind destul de limitate, iar abordările implementaţionale – abia în fază incipientă.

Teoria deciziei, în schimb, sau procesările descendente ale informaţiei pun accent pe rolul cunoştinţelor în realizarea acestor tipuri de procesări. Pe scurt, analiza fenomenului cognitiv la cele patru niveluri înaintează inegal, în funcţie de mecanismul concret supus analizei şi de metodologia aflată la dispoziţia cercetătorilor.

Deşi, iniţial, D. Marr, principalul propunător al abordării multinivelare a fenomenelor cognitive – în speţă, a procesării informaţiei vizuale –, a insistat asupra independenţei nivelurilor de analiză, acum este evident că ele interacţionează. Teoriile de la diverse niveluri îşi impun constrângeri reciproce, îmbunătăţindu-şi astfel reciproc propria lor plauzibilitate şi validitate. De pildă, teoriile computaţionale ale percepţiei adâncimii impun selecţia doar a acelor algoritmi care asimilează constrângerile naturale detectate de analiza disparităţii binoculare. Orice alt algoritm este exclus, ca o imposibilitate fizică. În mod similar, datele de neurobiologie impun constrângeri asupra modului de reprezentare şi calcul al unei anumite funcţii dintre input şi output. Din mulţimea modelelor cognitive posibile, cele cu plauzibilitate neuronală (= care ţin seamă de limitările inerente ale sistemului nervos) şi cele concordante cu constrângerile naturale au mult mai multe şanse de a fi acceptate de către comunitatea ştiinţifică. Cum se va vedea pe parcursul acestei lucrări, datele neurobiologice servesc ca pârghie de construcţie şi modalitate de validare a modelelor psihologice – interesate preponderent de nivelul reprezentaţional-algoritmic. La cealaltă extremă, prin generalitatea lor, teoriile computaţionale apropie psihologia cognitivă de inteligenţa artificială şi aplicaţiile tehnologice.

Analiza multinivelară a funcţionării sistemului cognitiv oferă posibilitatea uneia dintre cele mai dificile probleme cu care se confruntă ştiinţele cognitive: cum e posibil ca un sistem fizic să opereze cu cunoştinţe abstracte? În particular, cum poate creierul nostru, alcătuit din structuri şi procese pur biochimice, să opereze cu conţinuturi semantice. Pentru a surprinde mai acut dificultatea problemei, să recurgem la un exemplu. Din două premise: (1) „Toţi oamenii sunt muritori", (2) „Socrate este om", se deduce, fără echivoc, concluzia că „Socrate este muritor", chiar dacă nimic din aparenţa fizică a lui Socrate, tânăr şi sănătos, nu ne-ar îndritui la un astfel de lucru. Concluzia e posibilă ca urmare a existenţei termenului mediu *om*, care are o semnificaţie abstractă. Deci, concluzia rezultă datorită unor cunoştinţe pe care le are subiectul despre clasa om şi datorită unor reguli de combinare a acestor cunoştinţe.

Pe de altă parte, executorul unui astfel de raţionament este creierul uman, care e format din celule nervoase, potenţiale electrice şi substanţe chimice care mediază relaţiile dintre neuroni. Niciunde nu găsim cunoştinţe abstracte. Cum poate un organ „umed" şi material să opereze cu cunoştinţe abstracte, „uscate"?

Analiza multinivelară a sistemului cognitiv oferă cadrele unui răspuns viabil la această problemă. Creierul nu operează direct cu aceste cunoştinţe, ci cu *reprezentarea* lor, cu formatul în care sunt codate: simbolic (= imagini, reprezentări lingvistice, seriale etc.) şi subsimbolic (= valori şi patternuri de activare). La fel cum hardware-ul unui calculator poate opera cu cunoştinţe datorită codării lor într-un limbaj de programare şi un sistem de operare, creierul operează cu cunoştinţe prin codarea lor într-un mediu special (*language of thought*, cum îl numea J. Fodor), realizabil neuronal şi interpretabil pe domeniul de cunoştinţe al subiectului. Analiza computaţională a sarcinii limitează modalităţile de combinare a reprezentărilor. Vom reveni asupra acestei chestiuni în capitolul final (10).

1.4. Paradigmele psihologiei cognitive

Aşa cum am arătat anterior (1.3.2.3), analiza nivelului reprezentaţional-algoritmic este principala preocupare a psihologiei cognitive, deşi nu singura. Teoriile computaţionale, prin generalitatea lor, aparţin, practic, ştiinţelor cognitive, sunt nucleul în jurul căruia se va realiza unificarea acestor ştiinţe. Pe de altă parte, analiza cunoştinţelor implică automat investigarea modului în care ele sunt reprezentate de sistemul cognitiv uman, iar analiza implementaţională devine tot mai mult apanajul unui nou grup de discipline - neuroştiinţele cognitive (*cognitive neurosciences*). Aşadar, modul în care subiectul uman îşi reprezintă mediul şi cunoştinţele despre acesta, precum şi procedurile de prelucrare ale acestor reprezentări pentru a permite rezolvarea de probleme şi, în final, adaptarea la mediu este piatra de încercare a psihologiei cognitive.

În funcţie de tipul reprezentărilor şi, implicit, modalităţile de tratare a lor, putem pune în evidenţă două paradigme care ghidează cercetarea sistemului cognitiv uman: *paradigma clasic-simbolică* şi *paradigma neoconexionistă*. În mai mare sau mai mică măsură ele au penetrat în aproape toate ştiinţele cognitive, având aplicaţii nu numai în psihologie, ci şi în inteligenţa artificială sau neuroştiinţele cognitive.

1.4.1. Paradigma simbolică clasică

Paradigma simbolică clasică a orientat dezvoltarea psihologiei cognitive (şi a ştiinţelor cognitive în general) încă din primii ani ai afirmării acestora, dominând cu autoritate cercetările din domeniu până la începutul deceniului nouă. Ea are puternice rădăcini filozofice atât în raţionalism (Leibniz, Descartes), cât şi în empirismul englez (Th. Hobbes, J. Locke şi D. Hume) - de aici atributul de clasică[4]. Succesele obţinute în primele decenii ale secolului nostru în formalizarea logicii, pe de o parte (Russell, Carnap, Wittgenstein etc.), apariţia lingvisticii teoretice şi a gramaticilor generative (N. Chomsky), pe de altă parte, au impus tot mai pregnant ideea conceperii gândirii ca manipulare de simboluri. După cum se cunoaşte, în logica simbolică, propoziţiile sunt reprezentate prin variabile propoziţionale sau funcţii propoziţionale. Operarea cu aceste simboluri se realizează pe baza unor *reguli* (de compunere, de deducţie etc.) care nu mai ţin seamă de cunoştinţele sau propoziţiile a căror simbolizare sunt. Expresiile simbolice mai complexe se pot genera exclusiv pe baza unor reguli abstracte dintr-o mulţime de expresii simple. Unele expresii (teoreme) pot fi deduse pe baza unor reguli de deducţie din altele (axiome). Implementate pe calculator, sistemele formal-logice au dus la demonstrarea unor teoreme prin mijloace

4. Sintagma de model clasic-simbolic sau paradigmă simbolică clasică a fost consacrată în ştiinţele cognitive de studiul lui Z. Pylyshyn şi J. Fodor (1988), *Connectionism and cognitive architecture : a critical analysis*, iar astăzi este larg utilizată.

strict mecanice. Calculatorul, luat ca model în înţelegerea sistemului cognitiv uman, funcţiona pe baza manipulării simbolurilor cu ajutorul regulilor. Prin analogie, sistemul cognitiv uman a fost conceput ca un sistem simbolic, „operarea cu simboluri şi structuri simbolice fiind mijloacele fundamentale prin care e înfăptuită gândirea umană", nota H.A. Simon, unul dintre fondatorii ştiinţelor cognitive (1977, p. 272).

Teza principală a paradigmei clasic-simbolice din psihologia cognitivă este, aşadar, următoarea: *cunoştinţele şi, implicit, stările de lucruri corespunzătoare, sunt reprezentate în sistemul cognitiv prin simboluri sau structuri simbolice.* Un *simbol* este o reprezentare care denotă obiecte sau stări de lucruri şi se supune unor reguli de combinare (= gramatică). Expresiile lingvistice, conceptele, judecăţile, imaginile sunt reprezentări simbolice. Pentru a putea opera cu cunoştinţe, calculatorul trebuie să recurgă la codarea lor într-un limbaj de programare. Expresiile rezultate sunt reprezentări simbolice: ele denotă cunoştinţe şi stări de lucruri dar în acelaşi timp pot fi manipulate de un sistem fizic. Un fenomen similar are loc şi în cazul subiectului uman. Pentru a putea opera cu cunoştinţe, creierul le codează în expresii simbolice. În general, un sistem fizic recurge la reprezentarea simbolică a cunoştinţelor pentru a putea opera asupra lor. Sistemul cognitiv uman, ca şi calculatorul sunt, după expresia lui A. Newell şi H.A. Simon, *sisteme fizico-simbolice* (*physical symbol system*)[5]. Sistemul cognitiv uman este un sistem fizic, pentru că are o instanţiere neurobiologică şi este simbolic deoarece, pentru a putea opera cu cunoştinţe, şi le reprezintă sub forma unor expresii simbolice, pe care le manipulează după anumite reguli. De exemplu, cunoştinţele pe care le are despre un anumit obiect şi le reprezintă lingvistic, iar expresiile lingvistice sunt manipulate pe baza unor reguli sintactice, semantice sau pragmatice.

Perenitatea modelelor simbolice a fost susţinută în mare măsură de aplicarea paradigmei la procesele cognitive centrale, în primul rând cele legate de *rezolvarea de probleme*. Mai mult, s-a căutat reducerea tuturor problemelor la *probleme-bine-definite,* adică cele pentru care se pot specifica complet starea iniţială (= datele problemei), starea finală (= soluţia) şi blocul de operatori care permit trecerea de la starea iniţială la cea finală. Demonstrarea unor probleme de geometrie sau a unor teoreme din logica matematică sunt exemple de probleme-bine-definite.

De pildă, dacă avem de demonstrat o teoremă din sistemul de axiome expus de Whithead şi Russell în *Principia Mathematica*, vom recurge la reprezentarea lor în limbajul logicii propoziţiilor. Vom compara apoi teorema de demonstrat (T) cu axioma (A) şi vom stabili principala diferenţă dintre *A* şi *T*. Vom utiliza apoi un operator (în cazul nostru o regulă de deducţie) capabil să micşoreze diferenţa dintre *A* şi *T*. Dacă starea nou obţinută (A_1) este identică cu *T*, atunci problema e rezolvată.

5. În 1975, o dată cu acordarea Medaliei Turing (cea mai prestigioasă distincţie din ştiinţele cognitive), A. Newell şi H.A. Simon articulau sub forma unei ipoteze ştiinţifice o asumpţie pe care ei o considerau ca fiind la baza inteligenţei artificiale şi a psihologiei cognitive. Mulţi ani mai târziu, în 1990, Simon conchidea: „ipoteza sistemului fizico-simbolic a fost testată într-o măsură considerabilă în ultimii 30 de ani, încât ea poate fi acum considerată ca fiind pe deplin probată" (1990, p. 3).

Dacă nu, se recurge la compararea succesivă a tuturor stărilor intermediare A_2, A_3... A_k cu T şi se procedează la reducerea succesivă a diferenţei prin aplicarea operaţiilor până când această diferenţă este nulă, adică problema este rezolvată. Programul GPS – General Problem Solver – elaborat de Newell, Shaw şi Simon (1959) recurge tocmai la o astfel de strategie.

Metafora computer, bazată pe ideea că atât sistemul cognitiv cât şi computerul sunt sisteme fizico-simbolice, a favorizat simularea pe calculator a multor procese cognitive şi construirea sistemelor artificiale inteligente.

Teoria ACT* a lui J.L. Anderson (1983) şi Modelul SOAR al lui A. Newell (1992) reprezintă cele mai însemnate întruchipări ale paradigmei simbolice clasice. Pentru mai buna lor înţelegere, acestea vor fi tratate separat, într-unul din capitolele ulterioare.

1.4.2. Paradigma (neo)conexionistă

Paradigma (neo)conexionistă, cunoscută şi sub numele de paradigma procesărilor paralele distribuite sau modelare neuromimetică (neuronală), intră într-o perioadă de ecloziune abia în ultimii zece-cincisprezece ani. Ea porneşte de la ideea că activitatea cognitivă poate fi explicată pe baza unor modele de inspiraţie neuronală. Primele tentative în acest sens au fost făcute de Pitts şi McCullogh (1943), care au modelat activitatea neuronală prin aplicarea unei algebre booleene (vezi A. Dumitriu, 1973, pentru detalii). Ei demonstrau comportamentul unor neuroni simplificaţi (neuroni formali). Altfel spus, o *reţea neuromimetică poate realiza calcule logice.* Această idee a fost preluată de F. Rosenblatt, care a construit o reţea neuromimetică cu două niveluri numită *perceptron*, menită să facă discriminarea între două impulsuri senzoriale diferite. Cercetările în această direcţie au fost curmate brusc de apariţia cărţii lui M. Minsky şi S. Papert, *Perceptrons : An introduction to computational geometry* (1969), în care se demonstra incapacitatea unor reţele neuromimetice de tipul perceptronului de a calcula funcţii logice simple *ca, de exemplu, sau exclusiv.* Dezamăgiţi, cercetătorii şi-au încetat eforturile în această direcţie, iar fondurile de cercetare au fost retrase aproape în întregime. Doar câţiva fani precum J. Konorski şi S. Grossberg şi-au mai prelungit investigaţiile asupra capacităţilor de calcul ale reţelelor neuromimetice, dar lucrările lor sunt scrise într-un jargon matematic dificil de înţeles, ceea ce a îngreunat considerabil penetrarea lor în laboratoarele psihologilor cognitivişti. Paradigma conexionistă intra într-un con de umbră pentru aproape două decenii. Se părea că modelarea clasic-simbolică era singura paradigmă viabilă, susţinută acum şi de câteva realizări tehnologice demne de luat în seamă.

Abia pe la începutul deceniului nouă, J.L. McClelland şi D.E. Rumelhart relansează ideea construirii unor modele cognitive de inspiraţie neuronală (= neuromimetică) şi formează un grup de cercetare a procesărilor paralele distribuite (*Parallel Distributed Processing*) – PDP Research Group. Din strădaniile lor

comune s-a născut o lucrare în două volume: *Parallel Distributed Processing: Exploration in the Microstructure of Cognition*, vol. 2: *Psychological and Biological Models* (1986, 1987), considerată „Biblia" conexionismului actual pe care unii îl numesc neoconexionism.

1.4.2.1. Reţele neuromimetice

Nucleul teoretic al neoconexionismului se raliază în jurul modelării procesării informaţiei (la nivel reprezentaţional-algoritmic) prin reţele neuromimetice[6]. Dacă paradigma simbolică-clasică consideră cunoaşterea ca un proces de manipulare de simboluri pe baza unor reguli, neoconexionismul susţine că informaţia e reprezentată de sistemul cognitiv uman prin *valori şi patternuri de activare ale unor unităţi simple* (neuromimi). Aceste reţele, inspirate de funcţionarea sistemului nervos, poartă numele de *reţele neuromimetice* sau reţele neuronale. Citând pe D.A. Norman: „informaţia circulă între unităţile de procesare nu sub forma unor mesaje, ci a unor valori de activare, sub formă de scalari, nu de simboluri" (1986, p. 545). Regulile care guvernează dinamica acestor reţele nu sunt reguli de manipulare a simbolurilor, ci reguli de modificare sau propagare a valorilor de activare. Procedurile (algoritmii) de transformare a inputului în output nu mai sunt de natură formal-logică, nu mai vizează ordonarea unor expresii simbolice, ci constau în ajustarea reciprocă a patternurilor de activare dintre unităţile reţelei. Ceea ce am spus succint până acum va reieşi mai clar pe baza caracterizării reţelei neuromimetice sau conexioniste.

O reţea neuromimetică numită şi model conexionist este formată din: (1) o mulţime de unităţi; (2) o stare de activare; (3) o regulă de activare; (4) o funcţie output; (5) un pattern de conexiuni între aceste unităţi; (6) reguli de învăţare; (7) un mediu (sau ambianţă) în care operează reţeaua respectivă. Vom descrie succint fiecare dintre aceste componente. Pentru o abordare mult mai detaliată trimitem cititorii interesaţi la cele două volume editate de McClelland şi Rumelhart (1986) sau la Bechtel şi Abrahamsen (1991).

1. *Unităţile* (u). Unităţile reţelei, numite uneori „unităţi cognitive", „neuromimi", „neuroni formali" sau „noduri", preiau câteva dintre proprietăţile neuronilor reali, în principal valoarea de activare şi ideea grupării într-o reţea de conexiuni („sinapse"). Singura caracteristică a unei unităţi constă în valoarea ei de activare, notată, de regulă, printr-o cifră cuprinsă în intervalul $[-1, +1]$. Dacă unităţile au funcţia de a recepta inputul, convertindu-l într-o valoare de activare, ele poartă

6. În literatura de specialitate se utilizează adesea sintagma reţea neuronală (*neural network*) în loc de reţea neuromimetică. Menţionăm că aceste reţele nu pretind să modeleze funcţionarea neuronală, ci funcţionarea cognitivă, chiar dacă se inspiră din procesele neurobiologice (vezi D.A. Norman, 1986, pentru o argumentare mai laborioasă). În plus, unităţile reţelei preiau doar câteva dintre proprietăţile neuronului real; ele sunt, aşadar, neuromimetice. Pe baza celor arătate, considerăm mult mai corectă sintagma reţea neuromimetică.

numele de *unităţi input*. Unităţile care transmit outputul în mediul reţelei se numesc *unităţi output*. Ambele pot fi accesate direct din mediul reţelei, de aceea se numesc *unităţi vizibile*. Dacă între unităţile input şi unităţile output se interpun alte unităţi, ele nu pot fi accesate direct din mediu, ci doar prin intermediul unităţilor vizibile, de aceea se numesc *unităţi ascunse*. Principala funcţie a acestora este de a modula valorile de activare ce se propagă între unităţile vizibile. Reţelele conexioniste care conţin doar unităţi vizibile se numesc *reţele binivelare ; perceptronul* lui Rosenblatt este o reţea binivelară. Dacă reţeaua conţine şi unităţi ascunse, atunci este *multinivelară*. Neuromimii *nu sunt interpretabili semantic*, adică nu simbolizează stări de lucruri cunoscute, ceea ce face ca reţelele conexioniste să fie *semantic-opace*, spre deosebire de modelele simbolice care sunt *semantic-transparente*. Unităţilor neuromimetice li se poate atribui o interpretare, dar aceasta este făcută de cel care explorează proprietăţile reţelei. Această interpretare este exterioară, nu este inerentă reţelei respective, reţeaua nu manipulează simboluri, ci valori de activare. Dacă totuşi această atribuire de semnificaţii are loc, atunci reţelele se împart în două mari categorii: a) *reţele localizaţioniste*, se consideră că fiecare unitate reprezintă un concept sau o anumită ipoteză ; b) *reţele distributive*, în cazul cărora informaţia nu este localizată la nivelul unităţilor, ci este distribuită pe interacţiunile dintre unităţi. Altfel spus, un anumit concept sau propoziţie nu e reprezentat de o singură unitate, ci de patternul de conexiuni dintre unităţile unei reţele. În acest caz, unităţile reprezintă trăsături neinterpretabile semantic.

2. *Stările de activare*. Orice unitate are o valoare sau o stare de activare la un moment dat care indică nivelul său de activitate. Mai precis, o unitate dintr-o reţea conexionistă nu e nimic altceva decât o stare de activare, codată printr-un număr. Stările de activare pot să varieze continuu sau discontinuu, în funcţie de interesele celui care explorează reţeaua. De regulă, intervalul de variaţie e stabilit între $[-1, +1]$, dar se poate alege orice alt interval. Dat fiind faptul că unităţile sunt practic nişte valori de activare, o reţea conexionistă apare ca o matrice de valori de activare (2.3.5). Modificarea stărilor de activare echivalează cu modificarea valorilor din interiorul matricei respective.

Orice unitate cognitivă are un *rest de activare*, rezultat al stimulărilor ei trecute (similare cu nivelul de activare al unui neuron real anterior-stimulat. Valoarea de activare se deteriorează o dată cu trecerea timpului sau cu modificarea conexiunilor – aşa cum la un neuron real rata sa de descărcare descreşte în funcţie de timp sau prin inhibiţie laterală. Rata descreşterii stării de activare se numeşte *rata degradării* (*decay rate*) şi se notează cu *dr*.

3. *Regula de activare*. Regula de activare este o funcţie ce stabileşte modul în care se modifică valoarea de activare a unităţilor dintr-o reţea. Modificarea stării de activare (a) se stabileşte pe baza calculului *netinputului*. Netinputul reprezintă suma inputurilor recepţionate de o anumită unitate. Aceste inputuri sunt ponderate cu *ponderea sau tăria legăturilor* dintre unităţile input (u_i) şi unitatea receptoare (u_j).

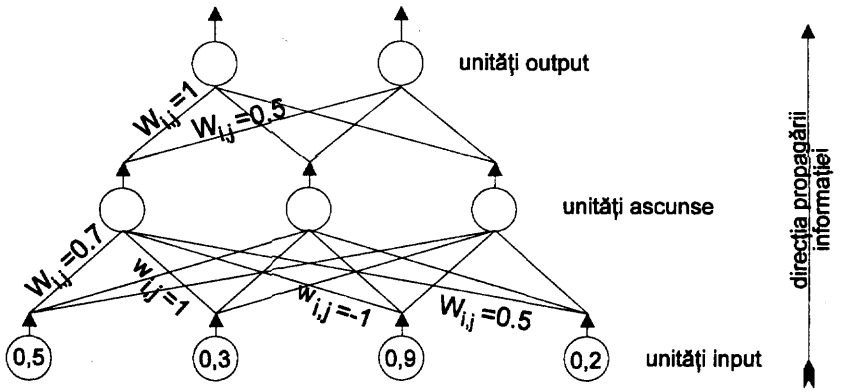
Aşadar, netinputul este suma ponderată a valorilor de activare recepţionate. Un fenomen analog are loc şi în reţelele neuronale reale: valoarea de activare a unui anumit neuron se modifică însumând potenţialele de activare de la toţi neuronii cu care se află în contact, ponderându-le în funcţie de tăria sinapsei pe care o are cu fiecare dintre aceştia. Modificarea valorii de activare se realizează adăugând netinputul la restul de activare. Funcţia de activare are o formă sigmoidă: iniţial, valori mai mici ale netinputului produc modificări semnificative ale stării de activare a unităţii, după un anumit prag creşterea netinputului neafectând semnificativ valoarea de activare. Stabilirea unor funcţii neliniare între input şi valoarea de activare a avut o importanţă deosebită în îmbunătăţirea capacităţii de calcul a modelelor conexioniste.

4. *Funcţia output.* Funcţia output stabileşte relaţia dintre valoarea de activare a unei unităţi şi outputul pe care ea îl transmite spre alte unităţi din reţea. În cazul cel mai simplu, valoarea outputului este identică cu valoarea stării de activare. Ca soluţie alternativă se poate stabili un prag al stării de activare sub care valoarea outputului este zero, iar deasupra căruia valoarea outputului este egală cu starea de activare. Din nou putem să aflăm o analogie în funcţionarea structurilor neuronale, în care un neuron transmite impulsul nervos doar dacă acesta a atins un anumit prag.

5. *Conexiunile.* Nodurile reţelei sunt legate între ele prin *conexiuni* (de aici şi denumirea de conexionism sau neoconexionism dată modelării proceselor cognitive prin reţele neuromimetice). Ponderea sau importanţa conexiunii dintre două unităţi *i* şi *j* se notează cu $W_{i,j}$. Dacă conexiunile sunt orientate într-o singură direcţie, adică dacă activarea se propagă numai de la unităţile input spre unităţile output, atunci avem de-a face cu o *reţea unidimensională* (*feed-forward network*). Dacă conexiunile sunt reciproce, atunci se stabileşte ponderea pentru fiecare dintre ele. Avem, aşadar, o conexiune de la *i* la *j* cu ponderea $W_{i,j}$ şi o conexiune de la *j* la *i*, cu tăria $W_{j,i}$. În cazul în care interacţiunile sunt reciproce sau *bidirecţionale*, avem de-a face cu o *reţea interactivă*. Atât în cazul reţelelor unidirecţionale cât şi în cazul celor interactive, conexiunile pot fi *excitative* sau *inhibitive*. *Conexiunile excitative* au o pondere pozitivă, adică ponderea $W_{i,j}$ (şi/sau $W_{j,i}$) este pozitivă. De regulă $0 < W_{i,j}$ sau $W_{j,i} < 1$. Când ponderea $W_{i,j}$ (şi/sau $W_{j,i}$) este negativă, avem de-a face cu conexiuni inhibitive: $[-1 < W_{i,j} < 0]$. Ponderea conexiunilor modulează starea de activare şi valoarea netinputului unei unităţi cognitive. Analogia cu interacţiunile dintre celulele sistemului nervos este evidentă. În multe reţele conexioniste unităţile de la acelaşi nivel funcţionează pe baza *inhibiţiei laterale*: dacă una dintre unităţi este excitată (= are valoare de activare pozitivă), ea inhibă (= reduce starea de activare) unităţile de la acelaşi nivel (*competitive learning*). Conexiunile sunt elementul cel mai important al modelelor neuromimetice. Învăţarea constă tocmai în modificarea tăriei sau importanţei acestor conexiuni. O unitate este ceva sau are o valoare de activare în funcţie de conexiunile pe care ea le posedă.

Pentru a concretiza cele spuse până acum despre reţelele conexioniste, oferim schema unei reţele unidirecţionale în figura 1.3.

Fig. 1.3. *Reţea unidirecţională* (pentru simplificare, s-a reprezentat numai o parte a conexiunilor)



Netinputul pentru prima unitate ascunsă se calculează făcând suma ponderată a valorilor de activare a unităţilor input. Ponderea e dată de tăria conexiunilor. Aşadar:

$$\text{netinp} = W_{i,j}u_a = (0{,}5 \cdot 0{,}7) + (0{,}3 \cdot 1) + (0{,}9 \cdot -1) + (0{,}2 \cdot 0{,}5) = -0{,}1$$

Dacă adăugăm restul de actívare $r_a = 0{,}06$, rezultă valoarea de activare a unităţii ascunse, adică -0,21. Dacă funcţia output stabileşte că valoarea outputului este egală cu starea de activare, atunci activarea transmisă de această unitate spre unităţile output se calculează după acelaşi procedeu al ponderării cu tăria conexiunii.

6. *Reguli de învăţare.* Modificarea tăriei conexiunilor se face pe baza unor reguli de învăţare. Acestea sunt, de fapt, nişte algoritmi sau ecuaţii care guvernează modularea ponderii conexiunilor dintr-o reţea. Regulilor de manipulare a simbolurilor din paradigma clasic-simbolică le corespund, în cazul modelelor neoconexioniste, reguli de modificare a ponderii conexiunilor.

Principalele reguli de învăţare cu care se operează în prezent sunt: regula lui Hebb, regula delta şi regula retropropagării erorii.

Regula lui Hebb stipulează că ponderea conexiunii dintre două unităţi se modifică în funcţie de produsul valorilor lor de activare. Această regulă modelează rezultatele experimentale obţinute de D. Hebb (1949) conform cărora tăria sinapsei dintre doi neuroni creşte dacă, în momentul stimulării, se află în aceeaşi stare de activare (= ambii excitaţi sau ambii inhibaţi) şi scade dacă ei se află în stări de activare diametral opuse. Corespunzător, potrivit regulii lui Hebb, ponderea conexiunii creşte dacă unităţile au o stare de activare de acelaşi semn (ambele pozitive sau ambele negative) şi scade în caz contrar. Proporţia cu care se modifică tăria conexiunii este modulată şi de o rată de modificare a interacţiunilor stabilită de

creatorul reţelei respective. Aceasta poartă numele de *rată a învăţării* şi se notează cu *lr* (*learning rate*). Ea are forma unui număr natural între 0 şi 1. Pe scurt,

$$W_{u,i} = lr \cdot a_u \cdot a_i \quad (1.1)$$

adică variaţia () ponderii conexiunii de la unitatea *i* la unitatea *u* depinde de rata învăţării (lr) înmulţită cu produsul dintre valoarea de activare a unităţii *u* şi valoarea de activare a unităţii *i*.

Regula delta (regula Widrow-Hoff) utilizează discrepanţa dintre outputul dezirabil (d_u) şi outputul actual a_u. Modificarea ponderii conexiunii dintre două unităţi *u* şi *i* se face pe baza formulei:

$$W_{u,i} = lr(d_u - a_u)a_i \quad (1.2)$$

Presupunând că *u* este unitatea output şi *i* unitatea input, pentru a modifica tăria conexiunii $W_{u,i}$ se determină mai întâi diferenţa dintre outputul dezirabil (d_u) - exprimat printr-o valoare numerică - şi outputul actual (a_u). Fiind deja cunoscute valoarea de activare a unităţii *i* (a_i) şi fiind prestabilită rata învăţării, ponderea unei conexiuni se modifică cu atât mai mult cu cât *eroarea* sau diferenţa $d_u - a_u$ este mai mare. Dacă $a_u = d_u$ atunci diferenţa e nulă, ceea ce înseamnă că reţeaua a oferit răspunsul dorit şi ponderea conexiunilor rămâne neschimbată. Regula delta ajustează, aşadar, tăria conexiunilor pe baza calculului erorii.

Regula retropropagării erorii (delta generalizată) reprezintă o extindere a regulii delta la reţele multinivelare. Eroarea sau decrementul dintre d_u şi a_u se propagă invers, de la nivelul unităţilor output spre cele ascunse şi spre cele input. Conexiunile se modifică în funcţie de ponderea pe care o au la comiterea erorii. Formula regulii delta generalizate este următoarea:

$$W_{u,h} = lr \text{ delta } a_u a_h \quad (1.3)$$

unde *u* şi *h* sunt oricare două unităţi output (u) şi ascunse (h). Mai întâi se calculează, aşadar, ponderea pe care conexiunile dintre *h* şi *u* au avut-o în comiterea erorii pe baza regulii delta cunoscute. Apoi se modifică tăria legăturii dintre ele în funcţie de contribuţia pe care aceasta a avut-o la apariţia erorii. Procedura se repetă pentru conexiunile dintre unităţile input (i) şi unităţile ascunse (h).

Toate aceste reguli de învăţare au ca scop optimizarea performanţelor reţelei la sarcinile cognitive cu care ea este confruntată. De exemplu, pe baza lor se poate învăţa o reţea să asocieze cuvintele adecvate pentru o mulţime de obiecte sau să aibă un comportament diferit în faţa unor stimuli diferiţi, adică să realizeze recunoaşterea stimulilor (2.3.5). O etapă în care, pe baza regulilor de învăţare, se schimbă toate conexiunile dintr-o reţea se numeşte *epocă*. De regulă, în faza de învăţare reţeaua are nevoie de mai multe epoci pentru a oferi soluţia dezirabilă. După faza de învăţare sau *antrenament*, reţeaua intră în *faza de testare*, în care se evaluează performanţele sale pentru o categorie de stimuli similari cu cei care au fost utilizaţi în faza de antrenament.

7. *Mediul sau ambianţa reţelei.* Orice reţea conexionistă – ca orice reţea neuronală – este scufundată în structuri mai generale, este conexată cu alte reţele care formează mediul sau ambianţa sa. Influenţa mediului apare în modelele conexioniste sub forma unor *biaşi* (sing. : *bias*), adică a unor inputuri cu valori fixe, independente de dinamica activărilor din cadrul reţelei. Adesea, biaşii sporesc performanţele reţelei.

*

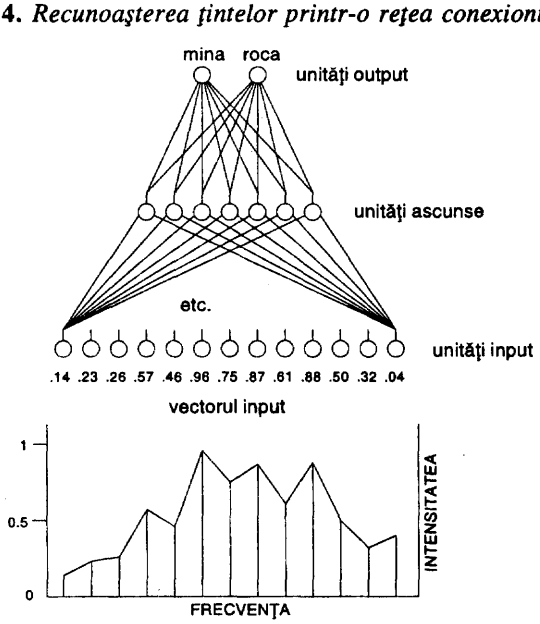
După această expunere densă a caracteristicilor modelului conexionist, pentru cei care ne-au urmărit, oferim ca premiu două exemple.

1.4.2.2. Exemplul 1. Reţea unidirecţională de recunoaştere a ţintelor

Să presupunem că dorim să construim un sistem inteligent care să detecteze şi să distrugă minele marine. (Expunerea noastră este o prezentare sumară a unei astfel de întreprinderi realizate de Gorman şi Sejnowski, 1988.) Una dintre problemele dificile care trebuie rezolvate este aceea a discriminării dintre minele marine şi stâncile sau rocile subacvatice. Ce fel de sistem cognitiv, inteligent trebuie montat pe o torpilă astfel încât aceasta să ţintească numai minele ce trebuie distruse, nu şi rocile subacvatice?

Pentru a rezolva această problemă s-a recurs la o reţea neoconexionistă. Inputul reţelei era asigurat de un sistem de ecolocaţie (= detectarea obiectelor pe baza ecoului pe care acestea îl produc la un semnal sonor emis anterior). Ecoul recepţionat era descompus, de către un analizator special, în 13 benzi de intensitate. Cele 13 valori de amplitudine a ecoului variază pe intervalul [0, 1] şi intră ca valori de activare ale unităţilor input (vezi figura 1.4).

Fig. 1.4. *Recunoaşterea ţintelor printr-o reţea conexionistă*



Valoarea de activare a unităţilor input se propagă, unidirecţional, spre unităţile ascunse, iar de acolo, spre cele două unităţi output. Calculul netinputului şi al funcţiei output se face conform metodelor menţionate anterior. Rezultatul este o pereche de valori de activare, corespunzătoare celor două unităţi. Pentru ca să discrimineze între două categorii de stimuli – mine şi roci –, o astfel de reţea trebuie să producă două outputuri specifice. Când inputul este de la o mină, perechea de stări de activare la unităţile output trebuie să fie diferită de dubletul rezultat în cazul unui input de rocă. O reţea discriminează între două categorii de stimuli dacă se comportă diferit în cele două cazuri. O reţea se comportă diferit dacă outputurile sunt diferite. Pentru a realiza acest lucru se stabilesc două outputuri dezirabile: [1, 0] pentru mină şi [0, 1] pentru rocă. Aşadar, atunci când reţeaua recepţionează ecoul de la o mină, ea trebuie să producă valoarea de activare 1 în cazul primei unităţi output şi 0 pentru a doua unitate. Situaţia este inversă în cazul unui ecou ce provine de la o rocă. Chiar dacă reţeaua nu generează exact aceste valori ale outputului actual, eroarea trebuie să fie cât mai mică pentru ca recunoaşterea ţintei să fie cât mai acurată. În faza iniţială, ponderea ($W_{i,j}$) a unităţilor din reţea este stabilită aleatoriu, pe un interval dat, ca şi în cazul resturilor de activare a fiecărei unităţi. În aceste condiţii este imposibil ca, fiindu-i date inputuri din cele două categorii diferite, să poată discrimina între ele. Aceasta înseamnă că reţeaua trebuie învăţată sau antrenată.

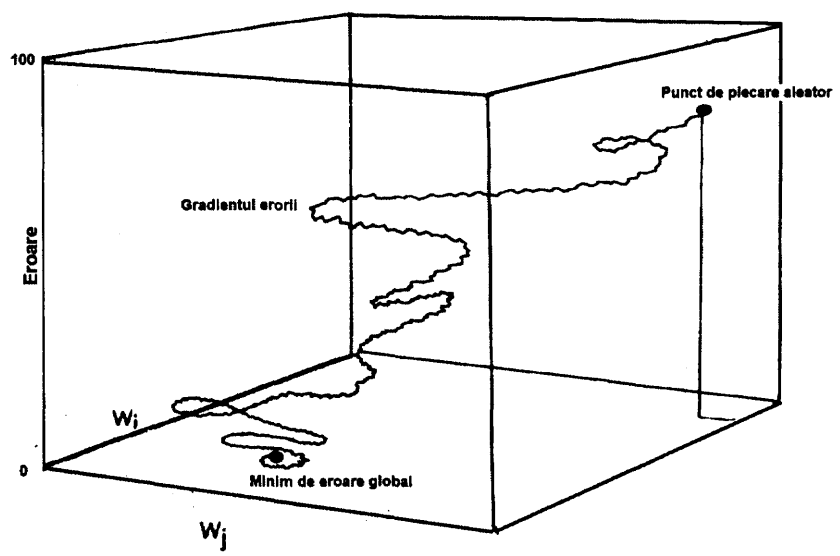
Învăţarea sau antrenarea reţelei prezentate constă în modificarea tăriei conexiunilor, astfel încât diferenţa dintre outputul actual şi outputul dezirabil – [1, 0] pentru mine; [0, 1] pentru roci – să fie minimă. Schimbarea ponderii conexiunilor se face pe baza regulii retropropagării erorii (delta generalizată pentru reţele multinivelare). Se compară diferenţa dintre outputul actual şi cel dezirabil – diferenţă numită *eroare* – şi se caută reducerea acestei erori. Mai întâi se stabileşte ponderea pe care fiecare conexiune dintre unităţile ascunse şi cele output o are la comiterea erorii (regula delta), apoi se modifică tăria lor după cum urmează: cele care au o pondere mare la producerea erorii se modifică drastic; cele care au o pondere redusă se modifică în mai mică măsură (regula retropropagării). Apoi, acelaşi lucru se face cu conexiunile dintre unităţile input şi unităţile ascunse. O etapă de schimbare a tuturor conexiunilor din reţea se numeşte – după cum spuneam – *epocă*. Se procedează apoi la o nouă administrare a stimulului (la un nou input) care generează un output actual, se calculează eroarea, se află regula retropropagării ş.a.m.d. Învăţarea se întinde pe mai multe epoci. În cazul reţelei prezentate în figura 1.4, învăţarea se realizează în câteva sute de epoci. Reţeaua reuşeşte să ofere răspunsul corect în peste 90% din cazuri. Eliminarea totală a erorii este un deziderat greu de atins şi, de altfel, aceasta este prezentă inclusiv în sistemul cognitiv uman.

Prezentarea stimulilor din cele două categorii se face în mod alternativ. Deci, *nu* se administrează un set de ecouri provenite de la mine, până când se obţine o eroare redusă sau nulă între outputul actual şi cel dezirabil, iar după aceea se administrează inputuri de roci. Dacă s-ar proceda aşa, reţeaua şi-ar pondera conexiunile pentru a răspunde la stimuli din prima categorie după care şi le-ar reajusta pentru a răspunde

la stimuli din a doua categorie, ceea ce ar face-o incapabilă să mai răspundă adecvat la inputurile din categoria anterior învăţată. Dimpotrivă, antrenamentul se face prin administrarea alternativă de stimuli din cele două categorii. La sfârşitul fazei de învăţare, reţeaua va fi capabilă să răspundă adecvat la ambele categorii de inputuri. Ponderea conexiunilor va fi astfel făcută încât reţeaua să se comporte diferit la inputuri diferite, ceea ce înseamnă că a recunoscut stimuli, a reuşit să-i discrimineze. Este foarte important ca în etapa de învăţare a reţelei să dispunem de colecţii cât mai bogate de inputuri din cele două categorii, cu grade diferite de similitudine.

Reajustarea conexiunilor se face automat, pe calculator, de către un procesor special. Majoritatea modelelor conexioniste reclamă cel puţin un IBM-386, cu co-procesor matematic. Reţeaua apare sub forma unei matrice (ca cele prezentate în 2.3.5), în interiorul căreia se modifică mereu valorile pe baza aplicării regulilor de învăţare. Învăţarea mai poate fi privită şi ca un vector de reducere a erorii datorate conexiunilor, care porneşte de la un moment în care tăria conexiunilor este stabilită aleatoriu şi se finalizează într-un *minim de eroare global*, adică într-un pattern de conexiuni care generează o eroare minimă. Într-un spaţiu tridimensional, format din ponderea conexiunilor şi eroare, învăţarea apare ca un gradient descendent ca în figura 1.5.

Fig. 1.5. *Învăţarea ca drum spre un minim de eroare locală*



După faza de învăţare, urmează *faza de testare*, în care comportamentul reţelei este apreciat în raport cu o altă colecţie de stimuli decât cei care au fost prezentaţi în faza de antrenament, dar aparţinând aceloraşi categorii. Deci, se prezintă ecouri de la mine sau roci, altele decât cele din faza de antrenament. O reţea similară se poate construi pentru a realiza recunoaşterea dintre foneme, grafeme etc.

1.4.2.3. Exemplul 2. Reţea interactivă de reprezentare a cunoştinţelor

Se cunoaşte că degradarea continuă - după o anumită vârstă - a celulelor nervoase nu determină - în situaţii normale - o pierdere a cunoştinţelor de care dispunem. Zilnic, în creierul unui adult mor câteva mii de neuroni, fără ca baza sa de cunoştinţe să sufere vreo mutaţie semnificativă. Această situaţie ne conduce la ideea că informaţiile de care dispunem sunt stocate în conexiunile dintre neuroni. Modelarea acestei idei rezultă într-o reţea conexionistă interactivă, în care cunoştinţele pe care le avem despre o situaţie sau stare de lucruri sunt reprezentate printr-un pattern de activare al unităţilor din reţea.

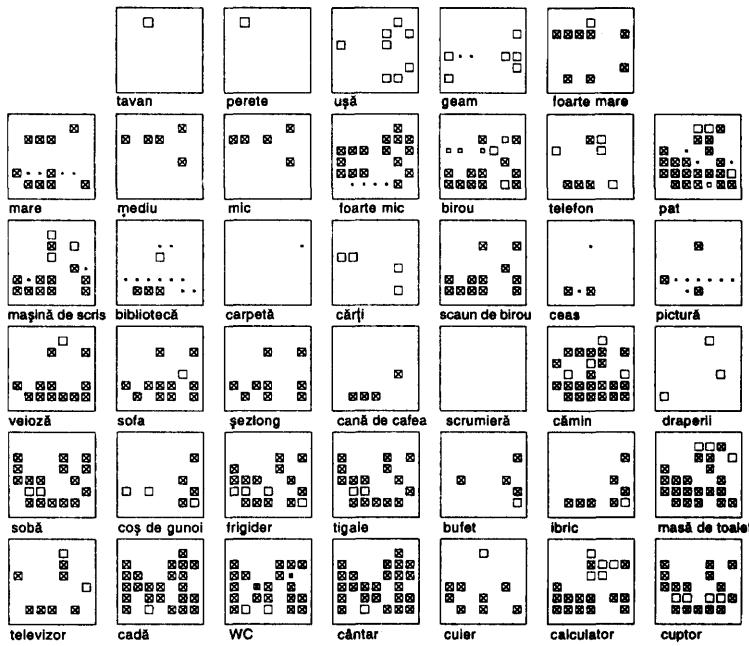
Un astfel de model a fost construit de Rumelhart, Smolensky, McClelland şi Hinton (1986) pentru a reprezenta cunoştinţele pe care noi le avem despre camerele dintr-o casă sau apartament. Mai întâi, ei au stabilit 40 de descriptori (= expresii care descriu un obiect sau o proprietate), denotând diverse caracteristici ale unor camere. Apoi au cerut unor subiecţi să-şi imagineze, pe rând, următoarele tipuri de camere: birou, cameră de zi, bucătărie, baie, dormitor. Concomitent, subiecţii trebuiau să menţioneze care dintre descriptorii menţionaţi anterior se potrivesc pentru fiecare dintre aceste încăperi. De exemplu, ne închipuim un birou; el e descris ca o încăpere de dimensiuni medii care are pereţi, geamuri, uşă, masă de birou, cărţi etc. Este improbabil ca în birou să se afle o maşină de gătit, un WC etc. Dar e probabil să fie o cană de cafea, un cuier etc. În mod similar se procedează şi în cazul celorlalte încăperi, de mai multe ori, cu mai mulţi subiecţi. Vom constata că unii descriptori apar, în mod constant, împreună. În alte situaţii, apariţia unei mulţimi de descriptori face imposibilă (sau cu o probabilitate nulă) apariţia altora. În fine, probabilitatea de apariţie a unor itemi fiind dat un anumit item (sau o mulţime de itemi) este variabilă. Există o mare probabilitate, de pildă, ca într-un birou să se afle un scaun alături de masa de birou, dar e redusă probabilitatea existenţei unei cuve de spălat vasele ş.a.m.d.

Având o colecţie de date despre incidenţa descriptorilor respectivi pentru o anumită încăpere, se poate calcula probabilitatea oricărui descriptor în raport cu oricare altul. Considerând că fiecare descriptor e reprezentat printr-o unitate dintr-o reţea neuromimetică, ponderea conexiunilor dintre unităţi e dată de probabilitatea lor relativă calculată pe baza analizei baysiane a probabilităţii. Vom avea, aşadar, conexiuni cu pondere pozitivă (= excitative) dacă probabilitatea ocurenţei unei unităţi *i* faţă de o unitate *j* este pozitivă; conexiuni cu pondere negativă (= inhibitive) dacă ocurenţa unei unităţi *i* în raport cu *j* e negativă; dacă două unităţi variază independent, conexiunea dintre ele este nulă. Ponderea conexiunii ($W_{i,j}$) este stabilită, aşadar, pe baza calculului probabilităţilor. Conexiunile sunt simetrice ($W_{i,j} = W_{j,i}$). Rezultatul este prezentat în figura 1.6.

Fiecare unitate este reprezentată de un pătrat, dedesubtul căruia este indicat descriptorul pe care îl reprezintă. În interiorul unei unităţi sunt figurate pătrate albe sau negre, de mărimi diferite. Cele albe arată conexiuni pozitive, cele negre -

conexiuni negative, iar mărimea lor – ponderea conexiunii respective. Poziţiile relative ale pătratelor din interiorul fiecărei unităţi indică unităţile cu care respectiva unitate este conexată. De exemplu, pătratul alb din coloana a doua a unităţii tavan arată că respectiva unitate este conexată pozitiv cu unitatea care reprezintă pereţii (şi reciproc, deoarece conexiunile sunt simetrice). Să luăm o altă unitate, de pildă, biblioteca. Conexiunea excitativă cu ponderea cea mai mare este stabilită cu unitatea care reprezintă cărţi (linia a treia, coloana a patra). Mai sunt şi alte conexiuni pozitive, dar cu o pondere mai redusă: cu maşina de scris, carpeta şi scaunul de birou. Există în schimb conexiuni inhibitive cu cada de baie, WC-ul, deoarece este extrem de improbabil ca biblioteca să fie amplasată în aceeaşi încăpere cu WC-ul şi cada de baie.

Fig. 1.6. *Reţea interactivă pentru cunoştinţele despre încăperile unei locuinţe*



Rezumând, cunoştinţele pe care le avem despre încăperile unui apartament pot fi reprezentate printr-o reţea interactivă în care fiecare unitate reprezintă un descriptor, iar ponderea conexiunilor dintre unităţi denotă probabilitatea coapariţiei lor într-un anumit context. Aceeaşi reţea poate să reprezinte camere diferite, modulând ponderea conexiunilor dintre descriptori sau unităţi. Rezultă, aşadar, că nu avem o reprezentare în memorie a fiecărei camere în parte (cu atât mai puţin a miilor de camere de acelaşi tip pe care le vedem), ci avem o reţea de cunoştinţe ale cărei conexiuni se ajustează mereu, desemnând încăperi diferite.

Ponderea relaţiilor dintre unităţi ne arată care este patternul de activare ce se va realiza dacă una dintre ele este activată. De exemplu, dacă, deschizând uşa unei

încăperi, întrezărim o bibliotecă, ne aşteptăm să găsim în acelaşi loc şi cărţi, un scaun de birou, dar nicidecum un WC sau o cadă de baie. Acest pattern de activare format prin propagarea stării de activare, excitativ spre unele unităţi şi inhibitiv spre altele, reprezintă schema cognitivă a unui birou ş.a.m.d.

Subliniem încă o dată că unităţile reţelei *reprezintă* diverse obiecte sau proprietăţi ale acestora, adică sunt unităţi *cognitive*. Ele sunt *de inspiraţie* neuronală, dar nu sunt neuroni. Valoarea lor de activare denotă o trăsătură sau un descriptor, nu o celulă nervoasă. Este adevărat însă că această interpretare a reţelei aparţine celui care o explorează. Reţelele neuromimetice, unidirecţionale sau interactive, nu au o semantică proprie, nu operează cu simboluri ci cu valori de activare.

1.4.3. Macro- şi microstructuri cognitive

La sfârşitul acestei prime familiarizări cu modelările simbolice şi cele conexioniste, un cititor iscoditor îşi poate pune întrebarea: care din cele două paradigme este cea mai valabilă? La această întrebare ne propunem să schiţăm un răspuns în acest subcapitol, menţionând însă că-l vom dezvolta în finalul lucrării, când vom putea să invocăm cunoştinţele dobândite pe parcurs.

Mai întâi, o paradigmă nu poate fi invalidată în mod direct. Ea nu poate fi, prin ea însăşi, adevărată sau falsă. Nucleul de aserţiune care întemeiază o paradigmă foarte rar poate fi testat definitiv. Validitatea şi viabilitatea unei paradigme rezidă în programele de cercetare şi, mai ales, în modelele pe care le generează. Modelarea implică aplicarea unei paradigme la un fenomen specific. Modelul poate fi testat şi validat. Judecate prin prisma modelărilor şi a programelor de cercetare pe care le generează, ambele paradigme înregistrează plusuri şi minusuri. Modelele simbolice şi-au dovedit viabilitatea în primul rând în descrierea şi reproducerea procesărilor cognitive centrale (rezolvarea de probleme, raţionamentul, înţelegerea, memoria etc.). Ele se izbesc de dificultăţi considerabile în cazul analizei învăţării şi se dovedesc destul de stângace în abordarea proceselor periferice (percepţia sau coordonarea mişcărilor). Dimpotrivă, modelele neoconexioniste se dovedesc extrem de promiţătoare în modelarea procesării informaţiei senzoriale sau a coordonării mişcărilor, zămislesc noi speranţe în abordarea învăţării, dar se dovedesc forţate, nepotrivite chiar, pentru majoritatea proceselor cuprinse, în mod tradiţional, sub termenul de gândire.

Într-o astfel de situaţie, în loc să ne punem problema unui câştigător al competiţiei dintre cele două paradigme, e mai înţelept să considerăm că sistemul cognitiv are o *arhitectură neomogenă*; pentru anumite prelucrări, modelele conexioniste par cele mai promiţătoare, iar pentru altele – modelele simbolice. În actualul stadiu al cercetărilor e greu de spus cum anume emerg structurile simbolice din cele subsimbolice sau conexioniste, dar apare tot mai evidentă existenţa unor procesări preponderent simbolice în cazul gândirii şi preponderent conexioniste în cazul percepţiei. Majoritatea sarcinilor cu care se confruntă subiectul uman reclamă ambele tipuri de prelucrări.

Unii dintre promotorii modelelor neoconexioniste (ex.: D.A. Norman, 1986) văd relaţia dintre modelările subsimbolice (= conexioniste) şi cele simbolice ca o relaţie *pe verticală*, asemănătoare relaţiei dintre mecanica cuantică şi mecanica newtoniană. Una vizează *microstructura*, cealaltă *macrostructura* cognitivă. Ambele au valoare predictivă şi oferă descripţii valide relativ la un anumit nivel de analiză. Macroteoriile sunt aproximaţii utile ale microteoriilor. Macroteoriile – în cazul nostru, teoriile simbolice – sunt chiar preferabile microteoriilor – abordării neoconexioniste – când e vorba de procese cognitive complexe.

1.5. Sumar

Psihologia cognitivă s-a dezvoltat în interiorul ştiinţelor cognitive, ca urmare a presiunilor „de sus" – dinspre inteligenţa artificală – şi a presiunilor „de jos" – dinspre neuroştiinţe. Ea caută să satisfacă atât cerinţele IA, cât şi dezideratul validităţii ecologice. Psihologia cognitivă studiază procesările la care e supusă informaţia în sistemul cognitiv uman, între inputul senzorial şi outputul motor. Sistemul cognitiv este un sistem fizic care are capacitate de reprezentare şi calcul. Analiza sa se poate realiza la cel puţin patru niveluri: a) nivelul cunoştinţelor; b) nivelul computaţional; c) nivelul reprezentaţional-algoritmic; d) nivelul implementaţional.

Cercetările actuale sunt dominate de două paradigme. Paradigma simbolică clasică consideră sistemul cognitiv uman ca un sistem fizico-simbolic. Modelele inspirate de ea sunt semantic-transparente. Paradigma neoconexionistă consideră că procesarea informaţiei poate fi modelată prin reţele subsimbolice, de inspiraţie neuronală. Aceste modele sunt semantic-opace. Arhitectura sistemului cognitiv este neunitară, unele componente fiind simbolice, altele – neuromimetice. Nu se ştie însă cum emerg structurile simbolice din cele subsimbolice.

Capitolul 2

PRELUCRAREA INFORMAŢIEI VIZUALE

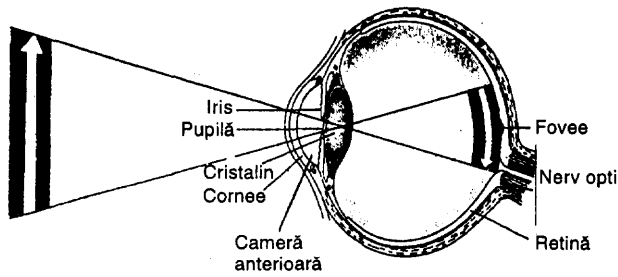
În mod obişnuit, excluzând cazurile de deficienţă vizuală severă, cea mai mare parte a informaţiilor noastre despre mediul în care trăim le obţinem prin văz. Aproape 50% din suprafaţa neocortexului este implicată în procesarea informaţiei vizuale. Pe de altă parte, analizatorul vizual este şi cel mai bine cunoscut din punct de vedere al procesării informaţiei. Studiile de pionierat ale lui D. Hubel şi T. Wiesel (1961), dar şi cele mai recente ale lui D. Marr (1982), Biederman (1990) şi Ulmann (1990) au marcat paşi importanţi în investigarea mecanismelor de prelucrare a informaţiei vizuale. Urmând sugestiile lui D. Marr (1982) vizând nivelurile de construcţie ale unei teorii cognitive vom analiza sistemul vizual, îndeosebi la nivel algoritmic şi computaţional. Mai înainte însă, se impun a fi cunoscute câteva date despre neurobiologia senzaţiilor şi percepţiilor vizuale, pentru a stabili astfel unele constrângeri care vor trebui satisfăcute de către modelele cognitive dacă acestea aspiră la plauzibilitate neuronală. În acest fel, gradele de libertate ale construcţiei de modele computaţionale şi de algoritmi capabili să realizeze funcţiile acestora sunt drastic limitate, dar validitatea lor creşte. Ca şi în cazul studierii altor procese cognitive, abordarea problematicii percepţiei vizuale face manifestă o anumită divergenţă între specialiştii în IA şi psihologii cognitivişti. Primii consideră un model satisfăcător dacă acesta este *eficace tehnologic*, adică dacă el reuşeşte să realizeze sarcina pentru care a fost construit în condiţiile utilizării unui minim de resurse. Cei din urmă acceptă un model doar dacă el trece testul acid *al validităţii ecologice şi plauzibilităţii neuronale*, adică dacă poate explica şi prezice comportamentul uman în situaţii naturale şi dacă nu intră în contradicţie cu cunoştinţele noastre fundamentale despre activitatea neuronală, subiacentă.

2.1. Neurobiologia procesării informaţiei vizuale

Semnalele luminoase receptate şi procesate în mod curent de sistemul vizual uman sunt undele electromagnetice cu lungimi de undă între 440-810 nm, deci spectrul dintre ultraviolete şi infraroşii. Principala proprietate a acestor unde este aceea de a fi vizibile. Un fenomen fizic este *vizibil* dacă provoacă o activitate fotochimică la nivelul receptorilor care determină formarea unor potenţiale de acţiune, transportate şi prelucrate de sistemul nervos vizual.

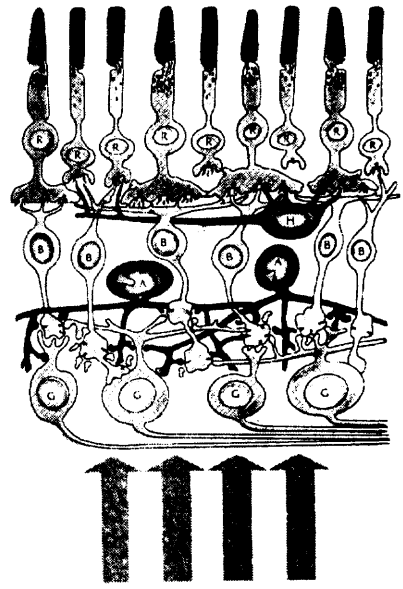
Cum se poate vedea în figura 2.1, razele luminoase traversează corneea, camera anterioară, pupila, cristalinul şi umoarea apoasă înainte de a ajunge să formeze o imagine pe retină. Imaginea retiniană este o distribuţie spaţială a punctelor luminoase ale sursei externe. Cea mai sensibilă arie a retinei poartă numele de fovee sau zonă foveală.

Fig. 2.1. *Reprezentarea principalelor componente ale ochiului uman care concură la formarea imaginii retiniene*



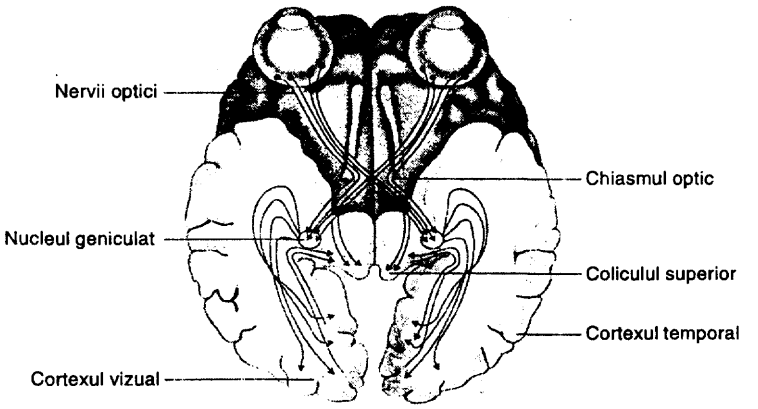
Retina conţine două tipuri de receptori: conuri şi bastonaşe. Conurile, numărând aproximativ 6 milioane, sunt amplasate în centrul retinei, în special în zona foveală. Ele posedă o mare sensibilitate pentru culori şi acuitatea detaliilor. Bastonaşele se află în zona periferică a retinei, fiind specializate în detectarea luminii de slabă intensitate; nu au acuitate pentru detalii şi culoare. Numărul lor se ridică la aproximativ 120 milioane. Ambele tipuri de receptori conţin pigmenţi sensibili la lumină. Fotonii stimulilor luminoşi provoacă descompunerea acestor pigmenţi, dând naştere unor potenţiale electrice în celulele nervoase (potenţiale de acţiune) şi generând variaţii ale frecvenţei de descărcare a acestora, reprezentând codul neurobiologic care realizează transmiterea informaţiei prin sistemul nervos. Receptorii sunt conectaţi *pe verticală* de celulele bipolare, ganglionare şi nervii optici. Pe de altă parte, între celulele nervoase există conexiuni *pe orizontală*, asigurate de celulele amacrine şi celulele orizontale. Aceste tipuri de conexiuni conferă retinei o *structură laticeală*, cu funcţii excitative – pe verticală – şi inhibitive – pe orizontală –, care fac posibile

Fig. 2.2. *Structura retinei*:
R – receptorii (conuri şi bastonaşe); H – celule orizontale; B – celule bipolare; A – celule amacrine; G – ganglioni (aceştia se prelungesc în axoni care formează nervii optici). Stimulii luminoşi sunt reprezentaţi prin săgeţile din partea de jos a figurii.



procesări sofisticate ale informaţiei vizuale, cum se va arăta în curând. Distribuţia receptorilor la celulele ganglionare este diferenţiată; fiecare con din zona foveală este conectat la un ganglion, însă cu cât ne îndepărtăm spre periferia retinei, cu atât numărul de receptori, adică de bastonaşe, conectaţi la o celulă nervoasă creşte, ajungând să fie de ordinul sutelor. Această conectare diferenţiată este cauza deosebirii de acuitate de care dispun cele două tipuri de receptori. Judecat în ansamblu, la o celulă ganglionară revin aproximativ 120-130 receptori, ceea ce denotă o segregare drastică a informaţiei, încă de la periferia sistemului nervos vizual. Nu se vizează procesarea întregii informaţii despre stimulii externi, ci doar a celei semnificative, relevante din punct de vedere biologic, capabilă să sporească adaptarea organismului la mediu. Nervii optici transmit semnale nervoase la zonele de proiecţie cerebrală. Principalele arii cerebrale implicate în procesarea informaţiei vizuale sunt redate în figura 2.3.

Fig. 2.3. *Principalele arii de proiecţie cerebrală ale nervilor optici*

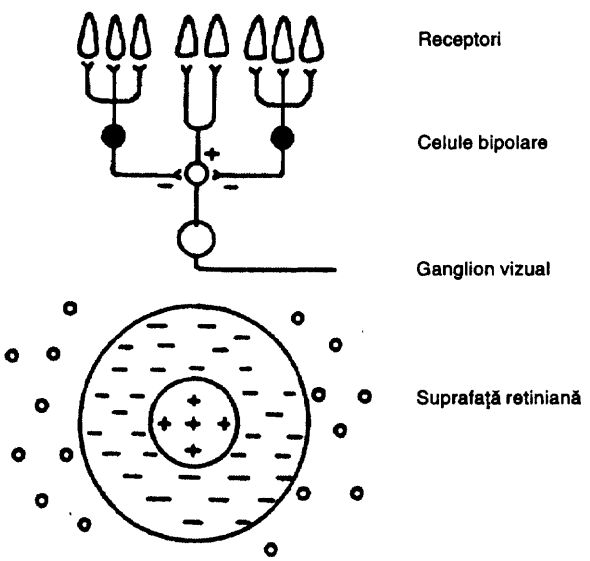


2.1.1. Câmp receptor; celule on-off şi off-on

Numărul mare de receptori ce revine pentru o celulă ganglionară (aprox. 130 : 1) face ca aceste celule să nu reacţioneze la stimularea unui singur punct de pe retină, ci la stimularea unei arii sau suprafeţe mai mari, care include mai mulţi receptori. Zona sau suprafaţa de pe retină care modifică funcţionarea celulei nervoase se numeşte *câmpul receptor* al celulei respective. Noţiunea de câmp receptor este o noţiune funcţională; ea arată că orice stimulare luminoasă dintr-o anumită arie retiniană aduce modificări comportamentului ganglionului corespunzător. După cum e cunoscut, aceste celule au o rată spontană de descărcare. Activitatea lor, deşi redusă, nu este anulată în absenţa incidenţei stimulului luminos asupra conurilor şi bastonaşelor. Când stimulul luminos e receptat, rata de descărcare sporeşte în mod semnificativ. Mărimea câmpului receptor se stabileşte înregistrând activitatea celulei

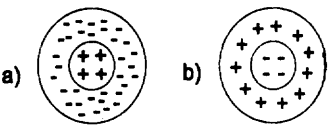
nervoase în condiţiile stimulării retinei cu un stimul luminos. Se înregistrează şi se consemnează dacă activitatea celulei (= frecvenţa potenţialelor de descărcare) creşte fie la apariţia luminii (+), fie la dispariţia acesteia (-), fie nu se constată nici o schimbare (0) - vezi figura 2.4.

Fig. 2.4. *Câmpul receptor al ganglionilor vizuali*. Ganglionul vizual sintetizează mesajele transmise de receptori prin celulele bipolare. Activitatea acestui neuron se intensifică dacă apare un spot luminos în centrul câmpului receptor (+) sau dacă acesta este absent la periferie (-). Activitatea sa rămâne neschimbată, deci acest ganglion nu reacţionează la o stimulare vizuală din afara câmpului său receptor.



Utilizând această metodologie, au fost detectate două tipuri de celule: a) *celule on-off*; b) *celule off-on* (figura 2.5). Ambele au câmpuri receptoare *circulare* şi *concentrice*, dar polaritatea acestor câmpuri este diferită.

Fig. 2.5. *Celule on-off* (a) şi *celule off-on* (b)



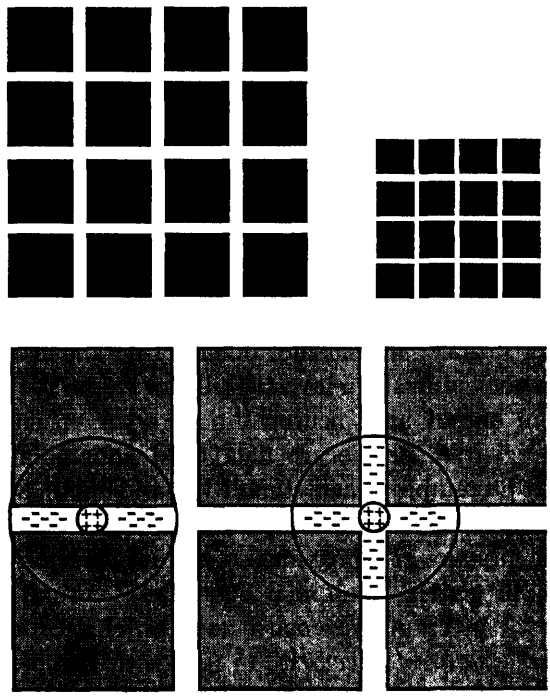
În cazul *celulelor on-off*, stimularea luminoasă intensifică rata descărcărilor electrice (frecvenţa potenţialelor de acţiune) dacă lumina cade în centrul câmpului receptor şi reduce activitatea celulei dacă spotul luminos se află spre periferie, aşa cum ilustrează neuronul vizual prezentat în figura 2.4. Cu cât spotul luminos se deplasează mai mult spre periferie, cu atât efectul său asupra comportamentului ganglionului vizual scade, până când devine nul, adică lasă nemodificată frecvenţa descărcărilor spontane. Zona în care efectul său se anulează circumscrie câmpul receptor. Deci celulele on-off, având un câmp receptor cu o polaritate pozitivă în centru şi negativă spre periferie, se activează pentru *spoturi luminoase*.

Ori de câte ori apare un spot luminos în zona centrală a câmpului lor receptor, activitatea bioelectrică a acestora se intensifică brusc. Reactivitatea maximă a celulelor on-off se înregistrează în cazul în care fasciculul luminos e mărginit de benzi negre sau de absenţa luminii în zona periferică. În cazul în care câmpul vizual ar fi iluminat uniform, activitatea electrică a neuronilor vizuali ar rămâne nemodificată datorită procesului de *inhibiţie laterală.*

Celulele off-on au o funcţiune complementară celulelor on-off. Activitatea lor e maximă dacă în zona centrală a câmpului receptor e expus un punct negru, mărginit sau circumscris de fascicule luminoase. Dacă punctul sau pata neagră se descentrează, activitatea ganglionului se reduce, revenind, o dată cu mărirea decentrării, la rata spontană de descărcare. Similar cu cazul celulelor on-off, activitatea celulelor off-on este insensibilă la stimularea uniformă a câmpului receptor datorită inhibiţiei laterale.

Existenţa celor două tipuri de celule poate fi probată nu numai prin înregistrări neurofiziologice, ci şi prin metode psihofizice, în speţă printr-o configuraţie de careuri negre cunoscută sub numele de grilajul Hermann-Hering (figura 2.6).

Fig. 2.6. *Grilajul Hermann-Hering* – o metodă de identificare a existenţei celulelor on-off (off-on) şi a mărimii câmpului lor receptor



Dacă privim cu atenţie distribuţia pătratelor negre din figura 2.6, vom constata că la intersecţia barelor albe orizontale cu cele verticale se formează o pată cenuşie. Această pată nu există în stimulul fizic propriu-zis, ci este rezultatul funcţionării celulelor on-off. În cazul în care diametrul câmpului receptor al acestor celule este

egal cu lăţimea barelor albe, inhibiţia laterală este redusă, activitatea celulei creşte şi bara este surprinsă fără efectul de contrast – pete cenuşii. Se poate constata acest lucru dacă privirea se fixează în alt punct decât în zona de intersecţie a barelor orizontale cu cele verticale. Un ganglion on-off cu aceeaşi dimensiune a câmpului receptor fixat pe zona de intersecţie va avea o activitate mai scăzută, deşi superioară frecvenţei spontane de descărcare, datorită luminării uniforme atât a centrului cât şi a periferiei câmpului receptor, adică datorită inhibiţiei laterale. În consecinţă, avem impresia petelor cenuşii de la intersecţia barelor albe ce mărginesc careurile negre.

Grilajul Hermann-Hering permite şi o estimare a mărimii câmpului receptor. Dacă priviţi combinaţia de careuri din dreapta figurii veţi constata că petele gri apar nu numai în zona de intersecţie, ci şi de-a lungul barelor albe. Acest fenomen nu se mai constată – după cum s-a arătat – în cazul combinaţiei din stânga, în care lăţimea barelor este mai mare. Explicaţia constă în mărimea câmpului receptor pentru celulele on-off, care modulează intensitatea inhibiţiei laterale. Mărind distanţele dintre careurile negre, se poate estima diametrul câmpului receptor în funcţie de dispariţia petelor gri. Desigur, există şi alţi factori care concură la circumscrierea câmpului receptor, dar care nu prezintă interes deosebit în contextul lucrării de faţă. Detalii de acest gen pot fi găsite în Jung (1973) sau Bonnet (1990). Celulele cu câmp receptor on-off şi off-on sunt caracteristice *ganglionilor vizuali* şi celulelor nervoase din *corpii geniculaţi laterali* implicaţi în procesarea informaţiei vizuale. Dacă prelucrarea stimulilor luminoşi s-ar rezuma doar la activitatea celulelor on-off şi off-on, din spectacolul lumii am surprinde doar spoturi şi puncte. Neuronii din *cortexul vizual* realizează însă procesări mult mai complexe.

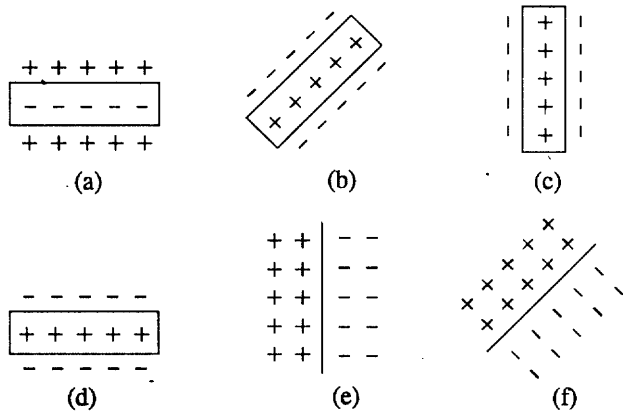
2.1.2. Detectorii de trăsături

La sfârşitul anilor '50, D. Hubel şi T. Wiesel inaugurau o serie de cercetări asupra fiziologiei percepţiei vizuale, încununate, douăzeci de ani mai târziu, cu Premiul Nobel. Principala metodă utilizată în investigaţiile lor consta în inserţia unui electrod în apropierea sau în corpul unui neuron din cortexul vizual, a cărui activitate bioelectrică era înregistrată de fiecare dată când animalului de experimentare (pisică sau maimuţă) îi erau prezentaţi stimuli vizuali simpli. Stimulii utilizaţi erau simplificaţi la maximum (ex. : benzi luminoase sau întunecate, linii albe sau negre, unghiuri etc.), încât, practic, ei reprezentau o singură caracteristică sau trăsătură a unui stimul vizual, în genere, mult mai complex. Neuronii care îşi modificau activitatea bioelectrică în cazul prezentării unor astfel de stimuli au fost numiţi *detectori de trăsături* (*features detectors*). În funcţie de complexitatea caracteristicilor fizice la care celulele nervoase reacţionau, au fost identificate trei tipuri de celule : a) simple ; b) complexe ; c) hipercomplexe.

2.1.2.1. *Celule simple*

Celulele simple detectează contururi, fante luminoase sau linii. De fiecare dată când în câmpul vizual stâng sau drept e prezentată o fantă luminoasă, un contur sau o linie, se constată o intensificare a frecvenţei potenţialelor de acţiune ale neuronului respectiv. Specializarea acestor celule nervoase este atât de pregnantă încât ele reacţionează numai la o anumită orientare şi localizare a caracteristicilor respective (contururi, fante, linii). Celulele care detectează linii verticale într-o anumită locaţie din câmpul vizual – deci care îşi intensifică rata descărcărilor la apariţia unor astfel de stimuli – sunt diferite de neuronii care-şi sporesc potenţialele de acţiune în prezenţa unei linii orizontale sau a unei linii verticale aflate în altă locaţie. Frecvenţa potenţialelor de acţiune este maximă dacă stimulul corespunde exact trăsăturii la care reacţionează detectorul respectiv. Cu cât abaterea este mai mare, cu atât detecţia este mai dificilă sau este complet anihilată. Câmpul receptor al celulelor simple nu mai este circular, ca în cazul celulelor on-off (off-on), ci elongat (vezi figura 2.7).

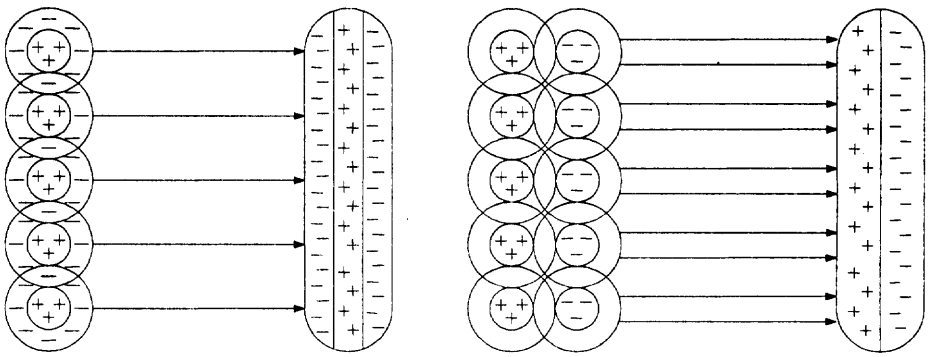
Fig. 2.7. *Câmpuri receptoare ale celulelor simple*: a, d – pentru contururi sau benzi negre mărginite de fante luminoase; b, c – fante luminoase; e, f – linii. Pentru orientări diferite ale aceluiaşi stimul se activează neuroni diferiţi (Hubel şi Wiesel, 1959, Kalat, 1988).



O celulă simplă însumează activitatea mai multor celule on-off şi/sau off-on din nucleii geniculaţi laterali. Se observă aceeaşi tendinţă de reducere a patternurilor de activare ale mai multor neuroni la patternul unuia singur, mai sintetic, care rezumă o informaţie cu valoare adaptativă mai ridicată. Nu se cunoaşte cu precizie modul de combinare a celulelor on-off şi off-on care să genereze câmpul receptor al celulelor simple. Cert e că nu este suficientă activarea unei singure celule on-off sau off-on pentru a amorsa o celulă simplă. Acestea reacţionează doar la combinaţii sau

dispuneri specifice ale celulelor din nucleii geniculaţi, de aici şi forma elongată a câmpului lor receptor. O posibilă combinare a celulelor on-off şi off-on capabile să activeze detectorii de fante şi linii verticale este prezentată în figura 2.8.

Fig. 2.8. *Combinaţia ipotetică de celule on-off şi off-on care activează detectorii de fante* (a) *şi linii verticale* (b) (Anderson, 1985)



(a) (b)

Unele cercetări mai noi asupra celulelor simple, făcute pe pisici, au evidenţiat organizarea *somatotopică* a cortexului vizual. Aceasta înseamnă că o anumită regiune din cortexul vizual prelucrează informaţia dintr-o anumită zonă a câmpului vizual, rămânând insensibilă la stimulii cu altă locaţie. În interiorul unei astfel de regiuni, se constată o organizare pe bază de similaritate a celulelor simple. Dacă un neuron codează o linie orizontală, celulele din imediata sa apropiere îşi sporesc frecvenţa descărcărilor la linii cu o abatere de 20 grade faţă de orizontală (Hubel, 1988).

2.1.2.2. Celule complexe

În ariile striate şi parastriate ale cortexului vizual, Hubel şi Wiesel au pus în evidenţă existenţa unor celule care prelucrează informaţia vizuală cu un nivel mai ridicat de generalitate. Tipurile de stimuli-trăsături la care acestea reacţionează prin modificarea frecvenţei potenţialelor bioelectrice sunt aceleaşi ca şi în cazul celulelor simple. Spre deosebire de celulele simple, celulele complexe răspund la aceşti stimuli *indiferent de locaţia lor* în câmpul vizual. Rămâne importantă, ca şi la celulele simple, *orientarea* stimulilor. În plus, celulele complexe reacţionează şi la stimuli aflaţi în mişcare ; pentru orientări sau direcţii diferite ale unui stimul se activează celule complexe diferite. De exemplu, o celulă complexă care detectează linii negre va reacţiona la prezenţa acestora aproape oriunde în câmpul vizual, dacă ele se mişcă într-o direcţie

anume (de exemplu, de la stânga spre dreapta) şi au o anumită orientare (de exemplu, înclinate cu 45° faţă de orizontală). Se poate conchide, aşadar, că în cazul celulelor complexe, câmpul receptor este mai amplu decât al celulelor simple.

Există mai multe modalităţi de a stabili dacă o celulă din cortexul vizual este simplă sau complexă. Într-una din aceste metode se alege un stimul simplu – o fantă luminoasă, de pildă – şi se deplasează în câmpul vizual. Dacă celula respectivă îşi intensifică rata descărcărilor doar pentru o anumită locaţie a stimulului, atunci este simplă. În caz contrar, avem de-a face cu o celulă complexă.

2.1.2.3. Celule hipercomplexe

Celulele hipercomplexe sunt numite astfel deoarece complexitatea stimulului pe care îl prelucrează este mai mare decât în cazul celulelor simple sau complexe. Până în prezent, s-a constatat existenţa a două tipuri de celule hipercomplexe. Primul tip vizează celule funcţional identice cu celulele complexe, cu o singură deosebire: ele reacţionează la orice stimul simplu (linii, fante, contururi) cu condiţia ca acesta să aibă o anumită *dimensiune*. Stimuli de dimensiuni diferite activează celule hipercomplexe diferite. Cel de-al doilea tip detectează *unghiuri*, deci stimuli mai complecşi decât cei menţionaţi până în prezent. Selectivitatea acestor celule hipercomplexe este însă considerabilă, unele răspunzând doar la prezenţa unor unghiuri drepte, altele la prezenţa unor unghiuri ascuţite etc.

Cât de complex poate fi stimulul detectat de astfel de celule? E încă greu de dat un răspuns definitiv la această întrebare. Făcând investigaţii pe maimuţe, unii cercetători – Gross (1973), Bruce, Desimore şi Gross (1981) – susţin existenţa unor neuroni care par să detecteze stimuli mult mai complecşi, precum triunghiuri, pătrate, palma sau chiar expresia facială a unei maimuţe. E improbabil însă ca stimuli mult mai complecşi să fie detectaţi de neuroni specifici, cu o locaţie dată, şi numai de către aceştia. Nu cred că avem o celulă hipercomplexă care detectează prezenţa profesorului de psihologie şi alta care ne semnalează prezenţa iubitei, iar dacă cea dintâi se deteriorează să ne confundăm profesorul cu taxatoarea de bilete. Desfăşurate în paradigma modularităţii proceselor cognitive periferice (Fodor, 1982), acest gen de cercetări au dus la o revigorare a teoriei localizaţioniste.

D. Hubel şi T. Wiesel sugerează o organizare ierarhică a celulelor, de la cele simple, care primesc semnalele generate de celulele on-off şi off-on, la cele complexe, care *sintetizează mesajele celulelor simple, până la cele hipercomplexe*. Plauzibilă, o astfel de organizare nu trebuie absolutizată, existând posibilitatea funcţionării simultane, în paralel, a celulelor de la niveluri diferite.

Rezumând cele menţionate până acum, cortexul vizual este sediul unor celule (simple, complexe şi hipercomplexe) care detectează stimuli de complexitate tot mai ridicată. Din punct de vedere funcţional, aceste celule au fost numite *detectori de trăsături*. Dincolo de proprietăţile lor specifice, neuronii detectori de trăsături au câteva note comune: a) manifestă o reactivitate maximă la un anumit tip de stimul-trăsătură, dar răspund, în măsură mai redusă, şi la stimuli similari; b) sunt

fatigabili, sensibilitatea lor scăzând în condiţiile expunerii repetate la acelaşi stimul; c) formează structuri de reţea în cadrul cărora funcţionează mecanismul inhibiţiei laterale. Dacă un neuron se activează, semnalând prezenţa unui anumit stimul--trăsătură, prin inhibiţie laterală el reduce activitatea unor neuroni învecinaţi care detectează caracteristici similare, într-o zonă învecinată a câmpului vizual. Vom reveni asupra detectorilor de trăsături în momentul în care vom analiza procesul de recunoaştere a obiectelor.

2.2. Procesarea primară a informaţiei vizuale

În prima parte a acestui capitol am abordat problematica mecanismelor neurobiologice implicate în procesarea stimulilor vizuali, adică, în terminologia consacrată de D. Marr, nivelul implementaţional. În cele ce urmează, ne vom plasa demersul pe un nivel de analiză mai înalt - cel computaţional. O teorie computaţională a procesării informaţiei vizuale vizează construirea unor modele logico-matematice capabile să producă un anumit output pe baza unor prelucrări - explicitate exhaustiv în model - ale inputului. De exemplu, o astfel de abordare va căuta să stabilească cum, dintr-o mulţime de pixeli sau variaţii de luminozitate, pe retină pot fi extrase contururile, în genere, cum, dintr-o proiecţie bidimensională pe retină a mediului, se reconstituie o reprezentare tridimensională. Ce calcule sau procesări pot transforma un input bidimensional într-o reprezentare tridimensională? Subliniem că termenul de calcul trebuie înţeles, întotdeauna când vorbim de analiza computaţională a unui proces cognitiv, în accepţiunea sa cea mai generală de prelucrare de simboluri guvernată de reguli. O teorie computaţională exprimă logico-matematic *funcţia* pe care un anumit sistem o calculează sau, într-un limbaj mai puţin pretenţios, calculele care fac posibilă punerea în corespondenţă a unui input specific cu un output specific (vezi 1.3.2.2).

Prin natura ei, abordarea computaţională este mai generală, mai abstractă decât o abordare algoritmică (procedurală) sau implementaţionistă. În principiu, există un număr infinit de algoritmi capabili să realizeze calculul unei anumite funcţii şi infinite harduri sau sisteme fizice capabile să implementeze un algoritm specific. De exemplu, o funcţie logică de genul implicaţiei materiale între două propoziţii poate fi calculată prin mai mulţi algoritmi: prin matricele de adevăr, prin sistemul deciziei naturale tip Gentzen, prin încadrarea ei ca teoremă într-un sistem axiomatic compatibil cu sistemul din *Principia Mathematica* etc. La rândul lor, oricare din aceşti algoritmi pot fi realizaţi de sisteme fizice extrem de diferite: creierul uman, câmpuri de siliciu, circuite cu contacte şi relee, tuburi hidraulice etc.

Teoriile computaţionale ale procesării informaţiei vizuale (cu o sintagmă tradiţională dar golită de orice valoare euristică - ale percepţiei vizuale) sunt marcate de un caracter abstract, formal-matematic, ceea ce îl poate face pe psihologul obişnuit cu conceptele tradiţionale să nu le înţeleagă sau să nu le accepte ca teorii psihologice.

Aceasta ar fi însă o atitudine dăunătoare progresului disciplinei noastre. Cu cât o ştiinţă este mai avansată, cu atât mai incomprehensibilă devine ea, renunţând la conceptele umbrelă şi platitudinile de odinioară. Trebuie să recunoaştem că multe din conceptele tradiţionale sunt simple teoretizări ridicate cu o palmă deasupra simţului comun. De aici impresia că la psihologie se pricepe toată lumea, că oameni de cu totul altă profesie sunt consideraţi buni psihologi. Mai mult, în momentul actual al dezvoltării disciplinei, majoritatea conceptelor psihologice tradiţionale şi-au pierdut valenţele euristice, utilizarea lor în continuare putând orienta cercetarea pe piste false. Într-o epocă a construirii de sisteme artificiale inteligente, capabile să rivalizeze cu inteligenţa naturală (umană), abordarea computaţională este indispensabilă. Desigur, unele dintre modelele logico-matematice construite par lipsite de plauzibilitate neuronală. Ele au fost elaborate din raţiuni tehnologice, pentru a servi la construirea de sisteme inteligente, performante. Chiar şi în acest caz, studiul lor poate constitui o mină de sugestii valoroase pentru abordările de nivel algoritmic şi implementaţional, extrem de relevante pentru psihologie. Tendinţa dominantă în ştiinţele cognitive la ora actuală, inclusiv în cazul teoriilor computaţionale, este însă de a construi modele formale cât mai compatibile cu datele psiho-fiziologice.

Revenind, după această digresiune cu iz metodologic, semnalăm tendinţa generală de a împărţi procesarea informaţiei vizuale la nivel computaţional în două mari stadii: procesare primară şi secundară.

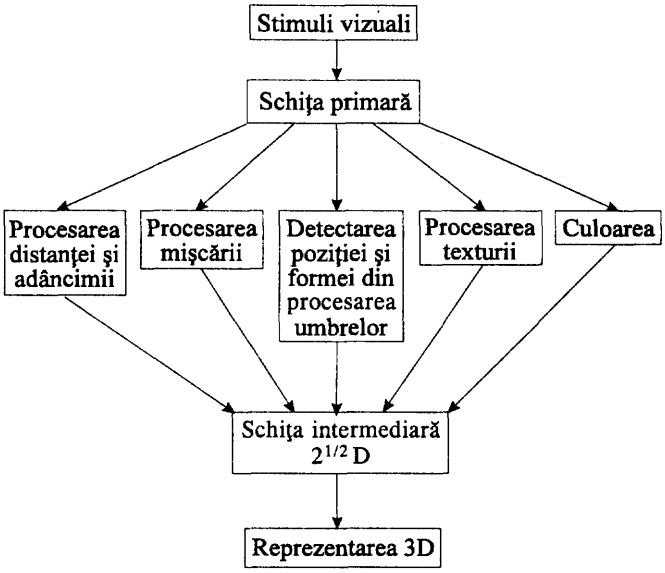
Procesarea primară sau percepţia vizuală primară cuprinde prelucrările *pre-atenţionale*, cu o durată de aproximativ 200 milisecunde, care au ca rezultat reprezentarea, în sistemul cognitiv, a caracteristicilor *fizice* ale stimulului. Ele realizează segregarea stimulului de mediul său, ne arată *unde* anume este el, nu ce anume este. Sunt incluse aici mecanismele de detectare a contururilor, a texturii, mişcării, culorii şi a dispunerii spaţiale etc.

Procesarea secundară (percepţia vizuală secundară) vizează mecanismele implicate în *recunoaşterea* figurilor şi a obiectelor. Ele au ca input rezultatele procesărilor primare şi ca output – imaginea tridimensională a unui obiect din mediu, identificat, recunoscut. Această dihotomie a prelucrării stimulilor vizuali nu este riguroasă, dar este utilă şi este larg răspândită în literatura de specialitate, ceea ce ne-a făcut să o integrăm în economia lucrării de faţă.

Schema generală a procesării informaţiei vizuale a fost circumscrisă de D. Marr (1982). Intensitatea stimulilor luminoşi face obiectul unor prelucrări iniţiale care conturează o schiţă primară a obiectului conceput. Asupra acestei schiţe primare se exercită o mulţime de tratamente sau prelucrări de stabilire a adâncimii în spaţiu prin calculul disparităţii binoculare, de reprezentare a mişcării, texturii, culorii şi orientării în spaţiu a suprafeţelor unui obiect. Toate aceste procesări sunt executate în paralel de mecanisme modulare. Rezultatul lor constă în constituirea unei *reprezentări intermediare* a obiectului din câmpul vizual, notată cu $2^{1/2}$ D tocmai pentru a arăta caracterul ei intermediar între imaginea retiniană bidimensională şi obiectul tridimensional. Această imagine intermediară serveşte ca input pentru alte procesări

al căror produs final este reprezentarea completă, tridimensională a obiectului, notată cu 3 D (figura 2.9). Numai primele două stadii fac obiectul percepţiei vizuale primare şi asupra lor vom insista în cele ce urmează.

Fig. 2.9. *Schema generală de procesare a informaţiei vizuale*



Toate prelucrările primare posedă câteva caracteristici comune care le individualizează faţă de procesările secundare sau alte tipuri de prelucrări mentale. Mai întâi, procesările primare sunt organizate *pe moduli*, care funcţionează simultan, în paralel. Organizarea modulară implică, aşa cum s-a arătat într-unul din capitolele anterioare (1.3), caracterul irepresibil, preatenţional şi impermeabilitatea cognitivă a acestor procese.

În al doilea rând, toate aceste procese sunt *independente de natura stimulului*, se realizează aceleaşi prelucrări indiferent dacă obiectul perceput este un scaun sau o faţă umană. În ambele cazuri, extragerea contururilor din variaţiile de intensitate a pixelilor sosiţi la retină sau analiza texturii, a compoziţiei materialului implică aceleaşi procese. Diferenţierile în funcţie de tipul de stimul apar mai târziu, o dată cu recunoaşterea obiectelor.

În al treilea rând, buna desfăşurare a acestor prelucrări presupune o mulţime de *asumpţii* despre realitatea obiectuală. Aceste asumpţii sunt, de fapt, regularităţi (statistice) ale mediului în care trăim. Ele funcţionează ca nişte „cunoştinţe tacite", sau, în limbaj kantian, ca nişte asumpţii apriorice despre universul în care trăim. Ele sunt necesare pentru a specifica stimulul vizual supus prelucrării. De exemplu, dacă observăm la orizont contururile unui obiect care, treptat, se amplifică şi devin tot mai clare, apoi din nou se reduc, devenind neclare, considerăm că – în prima fază –

un obiect s-a apropiat, iar apoi s-a îndepărtat de noi. Această concluzie este valabilă dacă presupunem *rigiditatea obiectelor*. Într-adevăr, presupoziţia rigidităţii obiectelor este o regularitate statistică a universului în care trăim. Ea ne permite să percepem adâncimea şi deplasarea în spaţiu. O serie de date experimentale au arătat că subiecţii care priveau un set de obiecte, de fapt nişte baloane aflate la o anumită distanţă, dintre care unele se umflau, conchideau în mod eronat că aceste obiecte se apropie de punctul din care ei făceau observaţia. Rezultă că presupoziţia rigidităţii obiectelor reprezintă o importantă constrângere care modulează prelucrarea stimulilor vizuali. Pe retină, imaginea obiectului se măreşte sau se micşorează. Doar asumpţia rigidităţii îl face pe subiect să conchidă că e vorba de apropierea/îndepărtarea unui obiect şi nu de expandarea/contracţia unui obiect fix. Într-un univers pulsatoriu, caracterizat de expandări şi contracţii ale obiectelor care îl populează, asumpţia rigidităţii s-ar dovedi total neadaptativă. Violarea unor presupoziţii tacite duce la apariţia iluziilor vizuale.

Nu se ştie încă cu certitudine dacă aceste presupoziţii, care dezambiguizează stimulul sosit la retină, impunând constrângeri procesărilor primare, sunt înnăscute, precablate în sistemul nervos sau sunt dobândite. În orice caz, ele nu sunt rezultatul unor deducţii, iar majoritatea investigaţiilor întreprinse în acest sens probează existenţa lor de la o vârstă foarte timpurie. Asumpţia rigidităţii este deja prezentă la vârsta de cinci luni, iar percepţia adâncimii în spaţiu pe baza calculului disparităţii binoculare e deja operantă la copilul de 2-3 luni (Held, 1987, Yulle şi Ulman, 1990).

O singură menţiune mai trebuie făcută despre aceste asumpţii, şi anume că ele sunt *nespecifice*, în sensul că se aplică irepresibil, automat, la orice obiect. Impactul lor asupra procesărilor cognitive precede recunoaşterea obiectelor ca obiecte distincte.

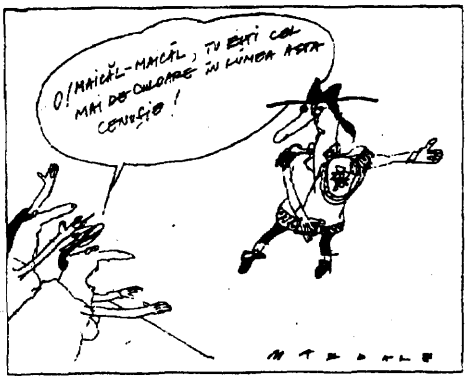
2.2.1. Schiţa primară - extragerea contururilor

Stimulii luminoşi sosiţi pe retină se pot descompune într-o mulţime de pixeli sau puncte luminoase. Din această mulţime de stimuli vizuali, sistemul cognitiv trebuie să extragă informaţia cea mai relevantă, cu valoarea adaptativă cea mai ridicată. Una din cele mai importante operaţii ce trebuie să aibă loc pentru ca organismul să se adapteze constă în diferenţierea sau segregarea figurii de fond, a obiectului de mediul (fundalul) său, a obiectelor sau figurilor unele de altele. Această segregare, esenţială sub raport adaptativ, se poate realiza prin mai multe mecanisme : stabilirea contururilor, detectarea texturii, a diferenţelor de colorit sau de viteză de deplasare etc.

Extragerea contururilor (*edge detection*) din patternurile de luminozitate pe care obiectele le transmit retinei este modulul principal implicat în constituirea schiţei primare. Un contur marchează limita unei suprafeţe, a unei figuri sau a unui obiect. El conţine, într-un format simplu, extrem de multă informaţie. Desenarea contururilor unui obiect sau a feţei unei persoane sunt suficiente pentru a ajunge să le recunoaştem. În general, valoarea informaţională şi, implicit, adaptativă a contururilor rezultă din două caracteristici ale acestora. Mai întâi, contururile surprind

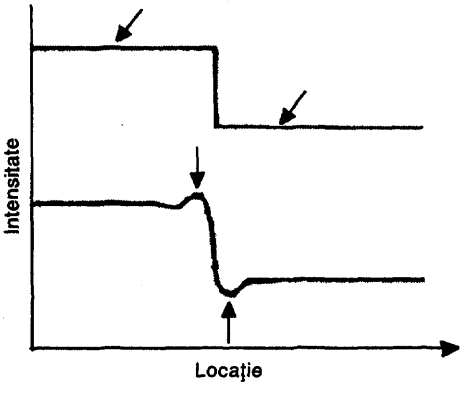
multe dintre *caracteristicile invariante* ale stimulului (de exemplu, proporţiile dintre diverse segmente sau părţi ale unui obiect, dispunerea lor relativă etc.). Contururile unei feţe umane rămân relativ neschimbate, independente de context sau de trecerea anilor. În al doilea rând, contururile permit o *procesare economică* a informaţiei despre stimul, deoarece *reduc diversitatea detaliilor la esenţial*. O caricatură din câteva contururi conţine foarte multe informaţii despre referinţa sa din realitate (figura 2.10).

Fig. 2.10. *Contururile conţin suficiente informaţii pentru recunoaşterea stimulilor complecşi.*



Cum se pot extrage contururile din reprezentarea bidimensională a obiectelor de pe retină? Pentru a răspunde la această întrebare s-a pornit de la un fenomen ce apare cu regularitate la marginile unui obiect, şi anume *variaţia semnificativă a intensităţii stimulilor* luminoşi. Dacă priviţi în acest moment obiectele din jurul vostru veţi constata că în zona de contact cu alte obiecte apare o variaţie a intensităţii stimulilor luminoşi. O pată murdară pe foaia albă de hârtie apare mult mai neagră în zona ei de contact cu fondul pe care ea apare decât în interiorul său. Pe scurt, variaţiile cele mai ample ale luminozităţii emise de obiectele din mediu au loc, de regulă, la marginea acestor obiecte, astfel încât e plauzibil să considerăm că mecanismul de detectare a contururilor ia ca input tocmai aceste variaţii de luminozitate, relativ stabile.

Fig. 2.11. *Patternul bioelectric al celulelor nervoase la surprinderea contururilor*: a) stimul fizic; b) activitatea neuronilor corespunzători.



Un argument în plus în favoarea unei astfel de interpretări e oferit de rezultatul cercetărilor lui Ratliff (1965) asupra unei specii de crab de mare numită *Limulus*. Acest crab prezintă pentru un cercetător marele avantaj că sistemul său vizual este format dintr-un număr redus de receptori (omatidii) interconectaţi în reţele cu inhibiţie laterală, ceea ce facilitează cercetarea activităţii lor. Ratliff a înregistrat activitatea electrică a celulelor ganglionare în condiţiile expunerii receptorilor la o variaţie semnificativă a intensităţii stimulilor luminoşi reprezentând marginea dintre o fantă luminoasă şi o bandă neagră, adică un contur. Variaţia intensităţii stimulului fizic şi a intensităţii de descărcare a neuronilor sunt prezentate în figura 2.11.

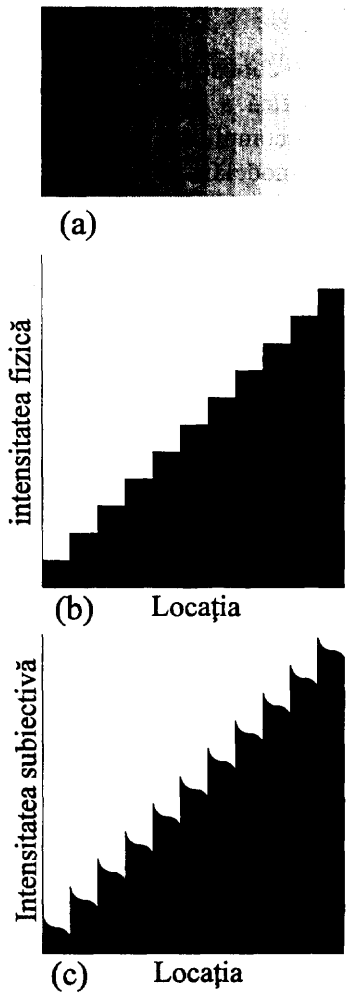
Inspectând cele două grafice din figura 2.11 se observă că cea mai mare variaţie a descărcărilor o înregistrează neuronii din zona de variaţie bruscă a luminozităţii stimulului fizic, adică din zona de contur. Raportat la rata spontană a descărcării, celulele din zona luminată manifestă cea mai înaltă rată a descărcării, iar celulele din zona întunecată imediată - rata cea mai redusă (zone marcate cu săgeţi în figura prezentată). Exact în această zonă se află un contur, marginea dintre fantă şi banda neagră. Rezultă că sistemul nervos vizual surprinde variaţia de luminozitate, traducând-o într-o modelare corespunzătoare a frecvenţei potenţialelor de acţiune.

Mai mult decât atât, sistemul nervos vizual tinde chiar să *exagereze contururile*, să îngroaşe variaţiile de luminozitate la limita dintre două suprafeţe sau dintre un obiect şi mediul său. Se poate observa că activitatea bioelectrică nu e complet paralelă cu variaţia intensităţii stimulilor. Variaţia frecvenţei descărcărilor e mai mare în zona de contur (figura 2.11). Acelaşi fenomen a fost pus în evidenţă prin expunerea subiectului la un set de benzi de luminozităţi diferite numite *benzile lui Mach* (vezi figura 2.12).

Benzile sunt ordonate de la stânga spre dreapta în ordinea creşterii luminozităţii lor (a). Subliniem că intensitatea fiecăreia dintre aceste benzi este uniformă, adică nu este mai redusă la margini decât în interiorul lor. Variaţia intensităţii lor e reprezentată în (b). Cu toate acestea, impresia subiectivă (c) este contrară, exagerând sau îngroşând contururile. Impresia subiectivă concordă cu înregistrările neurofiziologice ale activităţii bioelectrice a ganglionilor vizuali (ex.: Ratliff, 1965).

Coroborând datele de neurofiziologie cu cele de psihofizică, conchidem că stabilirea contururilor se bazează pe procesarea diferenţelor de luminozitate. Mai mult, variaţia intensităţii stimulilor luminoşi este *accentuată* la nivel neurofiziologic şi subiectiv pentru a permite o mai uşoară segregare a figurii de fond.

Fig. 2.12. *Benzile lui Mach*



2.2.2. Modele matematice ale extragerii contururilor

O imagine retiniană acromatică este formată dintr-o distribuţie temporală şi spaţială a stimulilor luminoşi de intensităţi diferite. Cercetările neurofiziologice de până acum nu oferă nici o sugestie despre modalitatea concretă de prelucrare a diferenţelor de luminozitate pentru detectarea contururilor. Modelelor formale care încearcă să expliciteze operaţiile de calcul sau prelucrare le sunt astfel impuse puţine constrângeri. Ele nu sunt însă lipsite de orice plauzibilitate neuronală, aşa cum se va arăta la momentul potrivit.

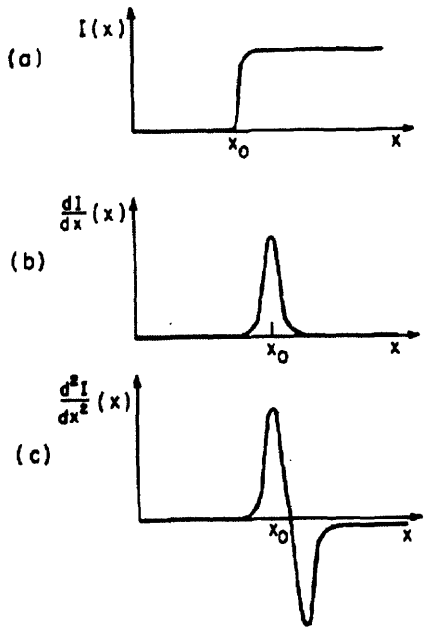
2.2.2.1. Filtrajul

Cel mai cunoscut model matematic al detectării contururilor se bazează pe *filtrarea* matematică a variaţiilor de intensitate a luminii. Vom căuta să evităm detaliile tehnice complicate încercând să prezentăm totuşi cât mai acurat modul de realizare a unei modelări de acest gen.

După cum se ştie, pentru a surprinde diferenţele dintre două obiecte (aflate în mişcare), în matematică s-a folosit cu bune rezultate calculul diferenţial. Apare astfel ca naturală ideea de a stabili contururile – variaţiile coliniare de luminozitate – purtând operaţiile de calcul diferenţial asupra valorilor diferite de intensitate ale stimulilor luminoşi. În acest caz, contururile unei figuri sau obiect pot fi stabilite fie în punctele de valoare maximă a diferenţialei de ordinul I a intensităţii stimulilor luminoşi, fie în punctele de valoare zero a diferenţialei de ordinul II a aceloraşi intensităţi (vezi figura 2.13).

Dacă examinăm figura 2.13.c ne dăm seama că ea este similară cu graficul frecvenţei potenţialelor de acţiune la prezentarea unui contur (figura 2.11). Rata descărcărilor atinge maximum pozitiv în partea luminoasă şi maximum negativ în partea întunecoasă; ceea ce înseamnă că conturul propriu-zis este codat la intersecţia cu rata spontană a descărcărilor, considerată ca referinţă zero. În acest fel

Fig. 2.13. *Derivatele variaţiei de intensitate*: a) variaţia intensităţii stimulului fizic în punctul x_0; b) stabilirea conturului prin calculul dI; c) stabilirea conturului prin d^2I; x = distribuţia spaţială (*apud* Yuille şi Ulman, 1990).



se poate stabili o corespondenţă logic-formală între abordarea computaţională şi înregistrările experimentale.

Din păcate, o astfel de modelare nu ţine seama de prezenţa zgomotelor. Un obiect poate fi iluminat în chip neuniform; la rândul său, el însuşi poate emite semnale luminoase de intensitate variabilă într-o anumită arie spaţială, tocmai datorită acestei iluminări neuniforme sau a neuniformităţii materialului din care e format. În acest caz, dacă sistemul cognitiv ar funcţiona după modelul matematic prezentat mai sus, el ar stabili contururi la orice mică fluctuaţie a luminozităţii. Mai mult, s-ar considera contururi ale obiectului chiar şi zonele în care diferenţele de luminozitate se datorează iluminării neuniforme, nu existenţei reale a unui contur. Or, după cum putem constata oricând, este uşor să detectăm contururile unui obiect sau ale unei figuri chiar dacă apar anomaliile de luminozitate menţionate.

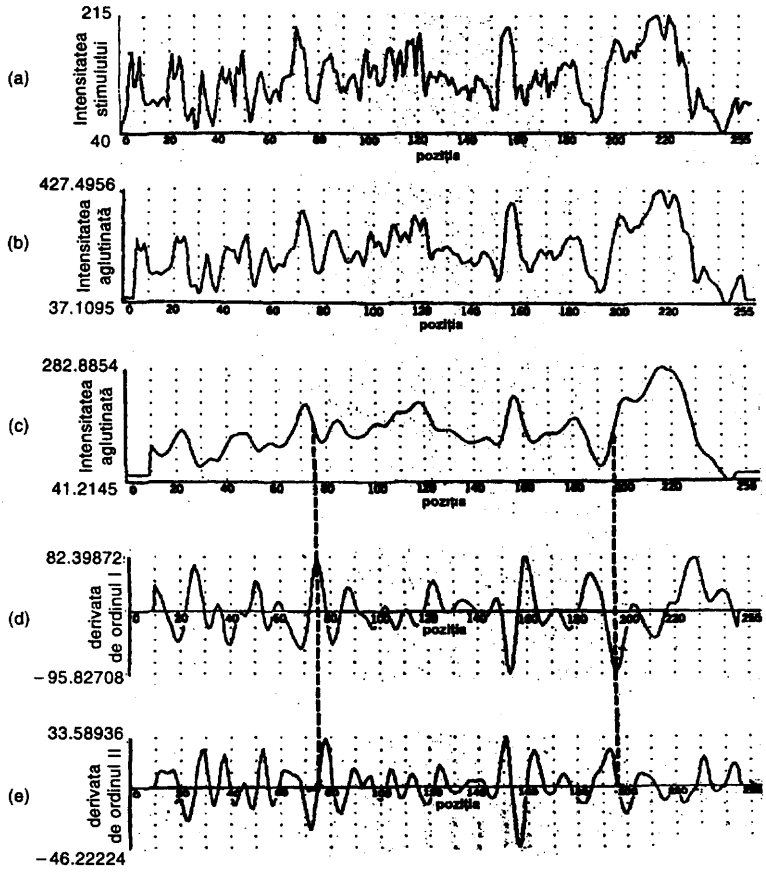
În figura 2.14 e reprezentată o statuetă din lemn, inegal luminată. Ne este uşor să stabilim contururile figurii fără să confundăm variaţiile de luminozitate din interiorul figurii cu marginile ei.

Fig. 2.14. *Un obiect inegal luminat*

Rapiditatea cu care sistemul vizual discriminează între contururile reale şi cele false, datorate unor iluminări inegale, ne face să credem că, pe baza unor mecanisme încă necunoscute, se aglutinează micile variaţii de luminozitate, luându-se în considerare numai cele suficient de ample. Aglutinarea variaţiilor de luminozitate se poate face luând în considerare nu fiecare intensitate a pixelilor, ci media intensităţilor pe o anumită arie (s). Abia după ce sunt astfel „îndulcite", valorile variaţiilor de intensitate se diferenţiază pe baza utilizării calculului diferenţial (figura 2.15).

În figura 2.15.a sunt prezentate grafic variaţiile de intensitate ale stimulului fizic, datorate inegalei iluminări sau altor factori. Aceste variaţii sunt aglutinate sau îndulcite - figura 2.15.b şi 2.15.c. Apoi, asupra valorilor rezultate se aplică calculul diferenţial, de ordinul I sau II. Linia verticală arată locul unde apare un contur, adică acolo unde valorile diferenţialei de ordinul I sunt cele mai mari (d) sau unde valorile diferenţialei de ordinul II sunt egale cu zero (e).

Fig. 2.15. *Detectarea contururilor*



Rezumând cele spuse, aşadar, se calculează media intensităţii mai multor pixeli învecinaţi, iar apoi, având valorile medii ale mai multor vecinătăţi, se procedează la aplicarea calculului diferenţial. Aceste operaţii pot fi cuprinse într-o singură operaţie matematică cunoscută sub numele de *filtrare*. Vom vorbi, aşadar, de filtrul unei distribuţii spaţiale a luminozităţii. Filtrul rezultat are forma unui sombrero. Conturul unei figuri e marcat de punctele în care filtrarea intensităţii pixelilor are valoare zero (vezi figura 2.16).

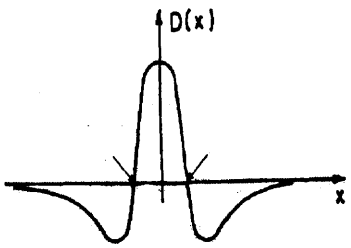
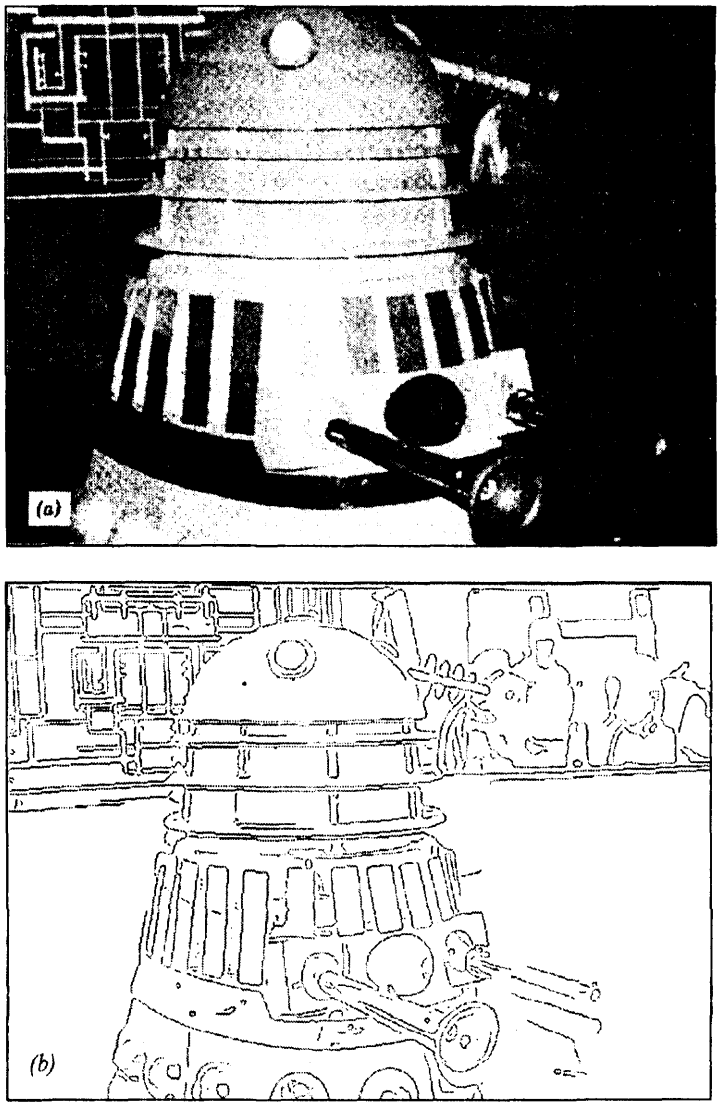


Fig. 2.16. *Filtrul D(x) al distribuţiei spaţiale a luminozităţii* (săgeţile indică punctele de stabilire a contururilor figurii)

Mai exact, contururile figurii sunt formate din mulţimea punctelor coliniare determinate prin operaţia matematică de filtrare. Fiind dat un obiect fizic, pe baza filtrajului matematic al valorii intensităţii pixelilor se pot stabili contururile acestuia. Un astfel de exemplu e prezentat în figura 2.17.

Fig. 2.17. *Extracţia contururilor prin filtraj*: a) obiectul fizic; b) contururile rezultate.



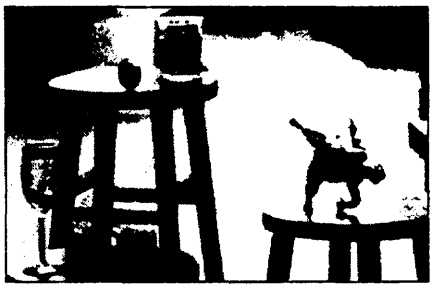
Pe baza filtrării stimulilor vizuali sosiţi pe retină se pot stabili contururi mai puţine sau mai numeroase ale aceleiaşi imagini în funcţie de mărimea (s) a acestor filtre. Figura 2.18 arată modul de identificare a contururilor unei scene reale (a), pe baza filtrării proiecţiilor sale pe retină în condiţiile în care s=2,0 (b) şi s=4,0 (c).

Se observă că numărul de contururi extrase se micşorează odată cu mărirea dimensiunilor filtrului, adică o dată cu mărirea mulţimii de pixeli care sunt aglutinaţi prin valoarea medie a intensităţii lor.

Despre acelaşi obiect sau imagine fotografică putem avea reprezentări diferite, la scale diferite, în funcţie de mărimea filtrului utilizat. Pentru a vedea care sunt caracteristicile invariante, se analizează la scale diferite (= cu filtre diferite) aceeaşi imagine fotografică. Acele contururi care persistă şi în cadrul filtrării valorilor de luminozitate printr-un filtru *s* ridicat se consideră definitorii pentru schema respectivă. Cele care dispar sunt considerate contururi nesemnificative, accidentale. Filtrul optim depinde de scopul pentru care această analiză se execută.

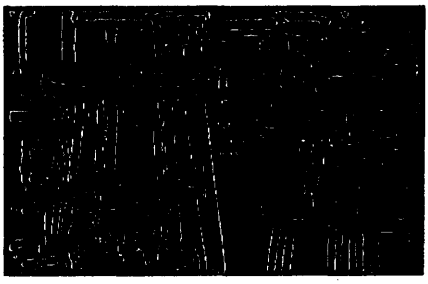
Fig. 2.18. *Extragerea contururilor*:
a) imaginea referent;
b) filtrare la $\sigma=2,00$;
c) filtrare la $\sigma=4,00$.

(a)



(b)

(c)



Extragerea contururilor pe baza filtrării valorilor de luminozitate a fost validată sub aspectul consistenţei interne, prin implementarea pe calculator, reuşind extragerea contururilor imaginilor forografice. Unele dintre armele inteligente de ultimă oră sunt dotate cu astfel de mecanisme capabile să detecteze contururile ţintei. Modelul propus nu este lipsit de plauzibilitate neuronală, cum s-a remarcat anterior. Reamintim însă că modelele computaţionale nu sunt dependente de un hard specific. De altfel, datele de anatomie şi neurofiziologice oferă puţine sugestii despre *funcţia* pe care o calculează sistemul nervos vizual, deşi pot impune constrângeri modelelor computaţionale. Oscilaţiile de luminozitate de la marginile unui obiect sau figuri, dar şi în interiorul suprafeţelor acestora au dus la ideea unui alt tip de modelare matematică. El se bazează pe descompunerea distribuţiei spaţiale a luminozităţii în componente frecvenţiale. Acest lucru e posibil prin utilizarea *analizei Fourier*.

2.2.2.2. *Analiza Fourier*

O teorie computaţională alternativă, utilizată în ultima vreme pentru modelarea mecanismului de extragere a contururilor, are la bază analiza de frecvenţă de tip Fourier. Fără a intra în detaliile tehnice, încercăm o prezentare informală dar sugestivă a acestui gen de analiză.

Joseph de Fourier, matematician francez (1768-1830), a publicat în 1822 cartea sa fundamentală *Théorie analytique de la chaleur*. Ideea de bază a acestei lucrări vizează reprezentarea funcţiilor periodice prin serii de funcţii periodice trigonometrice sau *serii Fourier*. Seriile Fourier au astăzi o aplicabilitate largă, ele utilizându-se în cercetarea mişcărilor periodice din acustică, electrodinamică, optică, navigaţie etc. De exemplu, pentru navigaţie este foarte importantă prognoza nivelului mareelor; fiind vorba de procese periodice, ele conduc la serii Fourier. S-au construit astfel algoritmi de calcul, implementaţi în computere, care pot prognoza nivelul mareelor în principalele porturi ale lumii la un moment dat.

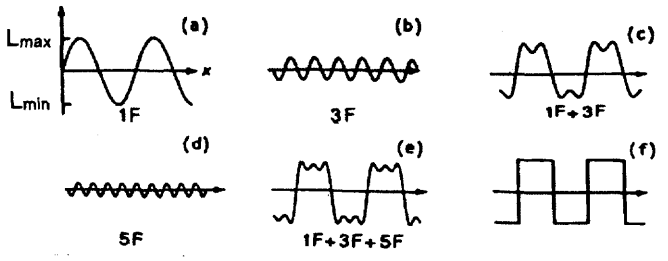
În cazul analizei Fourier a stimulării luminoase, se porneşte de la ideea periodicităţii acestei stimulări. De exemplu, o lumină se poate aprinde sau stinge, durata în care ea este aprinsă fiind (aproximativ) egală cu durata în care ea este stinsă - periodicitate temporală. Există şi o periodicitate spaţială a intensităţii luminozităţii, în distribuţia spaţială a luminozităţii zonele de intensitate mai ridicată alternând aproximativ regulat cu zonele de intensitate mai redusă, ca în cazul contururilor, de pildă. Pe scurt, stimularea luminoasă are, spaţial şi temporal, un caracter (aproximativ) periodic.

Aceste funcţii periodice pot fi descompuse în funcţii periodice trigonometrice sau serii Fourier. Ca principiu, descompunerea se face iniţial într-o funcţie sinusoidală de aceeaşi frecvenţă ca şi stimulul ce trebuie reprezentat. Ulterior, această descompunere se face în funcţii de frecvenţă tot mai mare şi amplitudine tot mai mică. Stabilirea acestor frecvenţe se face pe baza unor scalari (coeficienţi Fourier) care reprezintă un multiplu întreg al descompunerii iniţiale sau armoniei fundamentale. Semnalul iniţial se obţine prin recompunerea sau sinteza armonicelor sale.

Să luăm ca exemplu o stimulare luminoasă periodică în raport cu o axă temporală. De pildă, în ochii noştri se proiectează lumina unei lanterne. Să presupunem că durata în care această lanternă este aprinsă e (aproximativ) egală cu durata în care ea este stinsă. Reprezentarea grafică a acestei stimulări este realizată în figura 2.19.f, momentele de lumină alternând periodic cu cele de întuneric. În figura 2.19.a se observă reprezentarea sinusoidală a acestei funcţii, reprezentându-se momentele de maximă (L_{max}) şi minimă (L_{min}) luminozitate. Întrucât are aceeaşi frecvenţă ca şi stimulul iniţial, această reprezentare sinusoidală se numeşte *armonică fundamentală* (F). Se pot utiliza apoi reprezentări sinusoidale cu frecvenţe mai mari şi amplitudine mai mică decât armonica fundamentală; în (b) frecvenţa e de trei ori mai mare (3F); în (d) - de 5 ori (5F). E ca şi cum am încerca să reprezentăm, la o scală tot mai mică, variaţiile periodice de luminozitate; *frecvenţa punctelor locale*

de maximă şi minimă luminozitate ar creşte. În principiu, numărul armonicelor este infinit. Principalele dezvoltări ale armonicii fundamentale, împreună cu aceasta din urmă, se pot combina, realizând astfel o reconstrucţie tot mai exactă a stimulului iniţial. Combinaţia din (e) este, aşadar, o reconstituire – prin funcţii trigonometrice – mai exactă a stimulului iniţial decât combinaţia prezentată în (c).

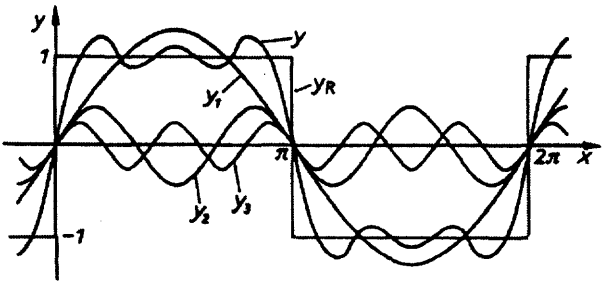
Fig. 2.19. *Analiza Fourier a unui stimul periodic temporal*



Cu ajutorul aparatului matematic elaborat de Fourier putem, aşadar, descompune un stimul periodic în armonicile sale, apoi recombina aceste armonici în vederea reprezentării sale în funcţii trigonometrice periodice.

Analiza armonică tip Fourier poate fi utilizată şi în cazul unei periodicităţi spaţiale a distribuţiei luminozităţii. Conturul unei bare intens luminate poate fi reprezentat printr-o funcţie periodică (y_r) similară celei din figura 2.19.f. Ea poate fi descompusă apoi în armonica sa fundamentală (y_1) şi în alte armonici derivate pe baza coeficienţilor Fourier (y_2, y_3). Din sinteza lor (y) rezultă o reconstrucţie a stimulului iniţial.

Fig. 2.20. *Reprezentarea grafică a analizei şi sintezei armonice a unei funcţii periodice reprezentând un contur*



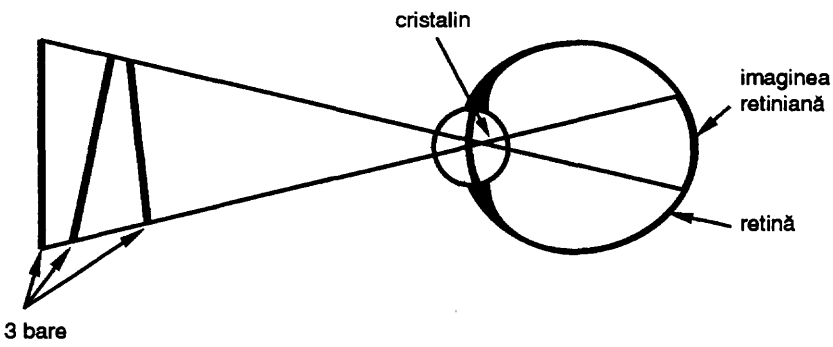
Rezumând cele spuse mai sus, o imagine retiniană, în măsura în care e constituită din distribuţii periodice spaţiale şi/sau temporale ale luminozităţii, poate fi descrisă prin serii Fourier. N-am fi acordat însă atât de mult spaţiu acestei descrieri dacă ea n-ar fi considerată nu numai un formalism matematic interesant, ci şi o descripţie a

modului de funcţionare a sistemului vizual. S-a presupus că sistemul vizual funcţionează ca un analizator Fourier, descompunând distribuţia spaţială a luminii în componentele sale frecvenţiale sau sinusoidale (Bonet, 1989). Conglomeratele de neuroni care participă la procesarea informaţiei vizuale au diferite sensibilităţi pentru diferite frecvenţe ale stimulului luminos. Sensibilitatea acestor neuroni se reflectă în frecvenţa diferită de descărcare a potenţialelor lor de acţiune. Aceste frecvenţe de descărcare realizează practic o descompunere tip Fourier a stimulului. Suprapunerea lor, similară cu sinteza armonicelor în seriile Fourier, ar oferi o reprezentare acurată a stimulului. Pe scurt, reprezentarea stimulului vizual s-ar face pe baza analizei şi sintezei armonicelor sale. Deşi entuziasmul unor cercetători legat de modelarea Fourier a detectării contururilor este impresionant (ex. : Pinker, 1984), rezultatele experimentale sunt insuficient de concluzive.

2.2.3. Calculul adâncimii prin disparitatea retinală

În mod obişnuit, nu simţim nici o dificultate în perceperea adâncimii sau a distanţei faţă de obiectele din mediu. Reamintim însă că pe retină apar doar imagini bidimensionale. O imagine bidimensională de pe retină poate fi produsă, în principiu, de un număr infinit de obiecte tridimensionale, ceea ce înseamnă că o imagine retiniană e consistentă cu un număr infinit de interpretări în mediul tridimensional. Figura 2.21 ilustrează modul în care trei stimuli diferiţi pot produce aceeaşi imagine pe retină.

Fig. 2.21. *Trei bare care produc aceeaşi imagine pe retină*



Unul din mecanismele cele mai importante de detecţie a distanţelor şi a adâncimii are la bază fenomenul numit *stereopsis*.

Stereopsisul se referă la faptul că cei doi ochi au unghiuri diferite de recepţie a stimulilor vizuali. Un punct oarecare (A) din câmpul vizual se proiectează pe retină ; unghiul pe care îl face proiecţia sa pe retina ochiului stâng cu foveea are o mărime diferită de cea a unghiului similar pentru ochiul drept. Un punct învecinat din câmpul vizual se va proiecta iarăşi sub unghiuri diferite. Aceste diferenţe

unghiulare fac ca distanţele dintre proiecţiile retinale ale celor două puncte la cei doi ochi să fie diferite, apărând o *disparitate retinală* (vezi figura 2.22).

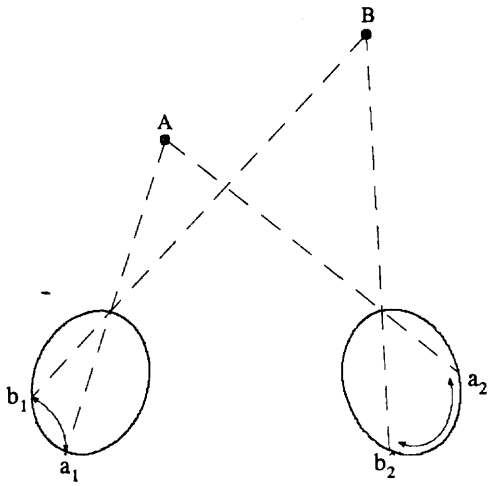
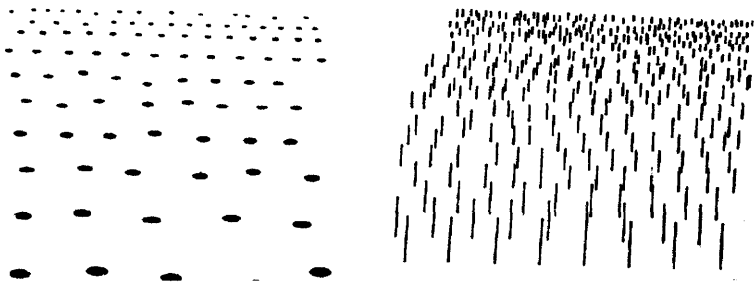


Fig. 2.22. *Disparitatea retinală*
Punctele A şi B din câmpul vizual au proiecţiile a_1, a_2, respectiv b_1, b_2 pe retinele celor doi ochi. Distanţa dintre imaginile retinale de la un ochi a_1b_1 este diferită (disparată) de distanţa dintre proiecţiile de la celălalt ochi a_2b_2; ea variază în funcţie de adâncimea în spaţiu a punctului fixat.

Plecând de la această disparitate se poate calcula distanţa unui obiect (punct) faţă de observator, deci şi adâncimea în spaţiu. La baza acestor calcule se află operaţiile trigonometrice. Cunoscând o latură a unui triunghi (ex.: a_1b_1 sau a_2b_2) şi valoarea celor două unghiuri adiacente, se pot calcula celelalte două laturi, deci adâncimea unui obiect în raport cu altul sau distanţa sa faţă de observator. Au fost puşi la punct o serie de algoritmi precişi de realizare a acestor calcule, care permit şi unor sisteme vizuale artificiale să perceapă adâncimea (vezi Medin, Ross, 1991, Poggio, 1984). Prezentarea lor depăşeşte intenţiile lucrării de faţă (pentru o prezentare completă şi acurată vezi, de pildă, Poggio, 1984). În condiţii naturale, pe baza acestor calcule se poate percepe chiar o diferenţă de adâncime de 1 mm între două obiecte aflate la o distanţă de aproximativ un metru faţă de observator; pentru două obiecte aflate la distanţă de 10 m, adâncimea minimă ce poate fi percepută pe baza calculului disparităţii retinale este de 90 mm. La 1 km, perceperea adâncimii prin considerarea disparităţii retinale nu mai este posibilă.

Calculul disparităţii retinale nu este singura modalitate de detectare a distanţei şi adâncimii în spaţiu. Deplasarea obiectelor în spaţiu şi deplasarea noastră faţă de ele sunt alte surse de informaţii asupra adâncimii sau distanţei. Simpla deplasare a privirii poate oferi informaţii similare; mărimea unghiului acestei deplasări e cu atât mai mică cu cât obiectele sunt mai îndepărtate. Într-o serie de lucrări – uneori controversate – James J. Gibson (1950, 1966) a arătat că informaţiile pot fi conţinute de *gradientul unei texturi*. Variaţia (gradientul) unei texturi constă în micşorarea sistematică a dimensiunilor elementelor texturii şi distanţei dintre acestea. Dacă această variaţie se face de la baza suprafeţei pe care e prezentată textura spre vârf, apare senzaţia de adâncime în spaţiu (perspectivă). În dobândirea acestei informaţii un rol important îl are asumpţia rigidităţii obiectelor (figura 2.23).

Fig. 2.23. *Gradientul texturii aduce informaţii asupra perspectivei.*

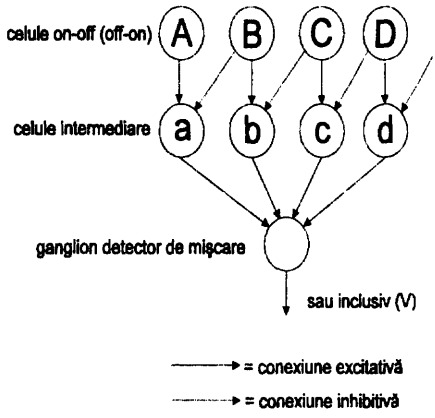


2.2.4. Procesarea mişcării

Alături de extracţia contururilor şi estimarea adâncimii, percepţia deplasării unui obiect joacă un rol esenţial pentru supravieţuirea organismelor în medii dinamice, în perpetuă schimbare.

O mulţime de date experimentale sau de observaţie susţin teza procesării deplasării în spaţiu a unui obiect de către un modul independent. Mai mult, se pare că aceste procesări sunt mai rapide decât cele care sunt implicate în recunoaşterea formei şi/ sau a semnificaţiei sale. De pildă, există o tendinţă generală a subiectului uman de a-şi feri capul din calea obiectelor care se deplasează în spaţiu, indiferent dacă ele sunt periculoase sau nu. Această tendinţă a fost evidenţiată din primele săptămâni de viaţă (Regan şi colab., 1986). Celulele nervoase implicate în detectarea mişcării sunt specifice în funcţie de direcţia acestei mişcări. Acelaşi obiect, deplasat în direcţii diferite, este procesat de celule nervoase diferite. Se poate constata acest lucru dacă privim intens, multă vreme, căderea apei într-o cascadă. Dacă, ulterior, ne mutăm privirea asupra peisajului sau obiectelor fixe din preajmă, vom avea senzaţia că acestea se mişcă, dar „în sus", în direcţia inversă căderii apei. Acest fenomen se explică prin fatigabilitatea celulelor nervoase responsabile cu detectarea mişcării „în jos". Inhibarea lor datorată suprautilizării anterioare activează celulele complementare care produc senzaţia de mişcare în sus a obiectelor fixe. Inputul modulului de procesare a deplasării (într-o anumită direcţie) este format de schiţa primară a obiectului din câmpul vizual. Lindsay şi Norman (1977) au sugerat chiar o reţea neuronală similară celei din figura 2.24, care este sensibilă la mişcări de la stânga la dreapta în câmpul

Fig. 2.24. *Reţea de detectare a mişcării de la stânga la dreapta*



vizual. Un anumit stimul vizual simplu se poate afla succesiv în diferite locaţii *A*, *B*, *C*, *D*. Locaţia lui este codată de celulele on-off (off-on) care transmit mesajul unor celule intermediare *a*, *b*, *c*, *d*. Când obiectul se află în locaţia *B*, el excită celula *b* şi inhibă (prin inhibiţie laterală) celula *a*; când se deplasează în *C*, excită celula *c* şi inhibă pe *b* etc. Aceste celule transmit mesaje (= patternuri de descărcări bioelectrice) la ganglionii de detectare a mişcării, care au o rată constantă a descărcărilor. Funcţionarea unei astfel de reţele poate fi modelată prin funcţia logică cunoscută sub numele de *sau inclusiv* (vel). Aceasta înseamnă că ganglionul de detectare a mişcării transmite impulsul nervos pe care îl primeşte de la cel puţin o celulă intermediară. Dacă nici una din celulele intermediare nu este activată, neuronul respectiv nu se activează.

Reţeaua nu poate funţiona pentru detectarea unei deplasări de la dreapta spre stânga. De pildă, dacă obiectul ar fi în *C*, ar excita celula intermediară *c*, care însă ar fi inhibată de acţiunea inhibitoare provenită din *D*, care acţionează cu decrement temporal. Excitaţia şi inhibiţia s-ar anula reciproc şi celula care detectează mişcarea n-ar mai emite potenţiale de acţiune.

Modelarea matematică a deplasării în spaţiu reclamă cunoştinţe de algebră şi topologie care depăşesc competenţa unui psiholog, de aceea nu le vom prezenta aici. Cei interesaţi pot însă consulta cu folos Yuille şi Ulmann (1990).

2.2.5. Extragerea formei din prelucrarea umbrelor

Zonele de umbră (penumbră) dezvoltate în jurul unui obiect, mai exact mărimea, forma sau dispunerea acestora constituie elemente importante din prelucrarea cărora se pot obţine informaţii despre *forma* şi *poziţia* obiectului într-un anumit context (vezi figura 2.25). Aceste procesări formează, şi ele, un modul independent de celelalte.

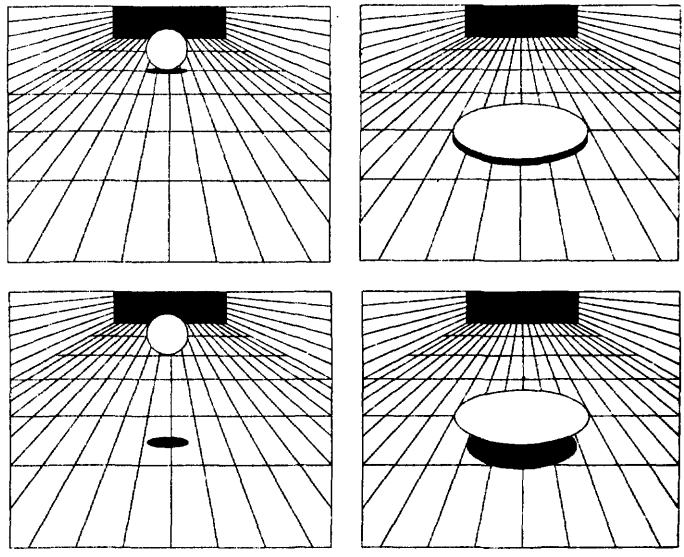


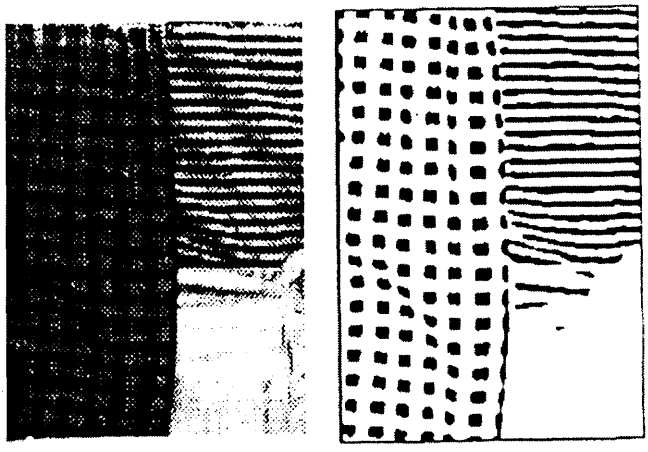
Fig. 2.25. *Prelucrarea umbrelor oferă informaţii importante despre forma şi poziţia unui obiect* (după Cavanagh şi Leclerc, 1989).

Până în prezent, după cunoştinţele noastre, nu există modelări formal-matematice explicite ale modului de prelucrare a umbrelor în vederea reconstruirii formei sau poziţiei obiectului. Probabil cunoştinţele tacite ale subiectului joacă un rol important în acest context. Asocierea unei anumite forme, dimensiuni sau poziţii a umbrei obiectului cu o anumită formă sau poziţionare a acestuia, asociere realizată printr-un şir lung de învăţări neintenţionate, poate impune constrângeri severe modului de interpretare şi procesare a diferenţelor de luminozitate dintre zonele de umbră (penumbră) şi mediul general al obiectului respectiv.

2.2.6. Procesarea texturii; textonii

Textura sau compoziţia unui material constă dintr-o combinaţie de elemente sau motive. De pildă, hainele pe care le purtăm au diverse texturi sau combinaţii de elemente, numite adesea modele sau imprimeuri. Elementele nedecompozabile (primitive) care specifică pentru o textură caracteristicile sale locale au fost numite *textoni* (Jules, 1981). Cercetările efectuate până în prezent asupra textonilor nu sunt încă suficient de conclusive, dar, în mod cert, una din funcţiile lor este de a realiza segregarea figurii de fond sau a obiectului de mediu acolo unde diferenţele de luminozitate nu sunt suficiente pentru extragerea contururilor (vezi figura 2.26).

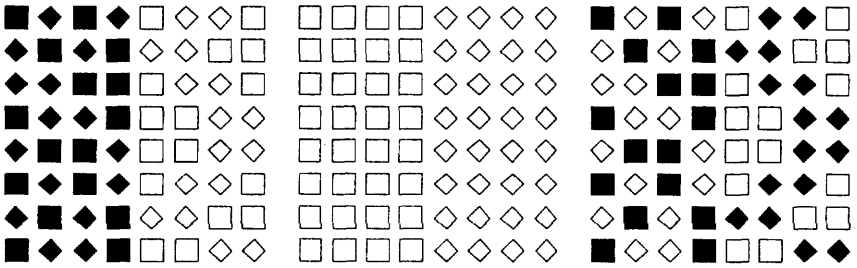
Fig. 2.26. *Texturi şi textoni.* Contururile dintre două piese de îmbrăcăminte – un sacou şi un tricou – nu se stabilesc pe baza diferenţei de luminozitate, ci a diferenţei de ţesătură (a); în (b) – textonii corespunzători imaginii (a) (după Yuille şi Ulmann, 1990).



a) b)

Principalele caracteristici ale textonilor sunt: a) locaţia; b) frecvenţa sau densitatea lor pe o anumită suprafaţă; c) lungimea; d) orientarea. Detectarea lor se poate face fie automat, preatenţional, în câteva sutimi de secundă, fie prin antrenarea atenţiei vizuale. Percepţia vizuală primară se referă doar la prima categorie (vezi figura 2.27).

Fig. 2.27. *Ilustrarea modului de segregare a unei figuri pe baza textonilor*



(A) (B) (C)

Privind figura 2.27, în cazurile (A) şi (B) se poate segrega automat partea stângă de partea dreaptă a fiecăreia din cele două figuri. În (A) diferenţa constă în faptul că pătratele şi romburile din stânga sunt negre (pline), pe când cele din dreapta sunt albe (goale). În (B) diferenţa se bazează pe tipul de figură: pătrate – în stânga, romburi – în dreapta.

Segregarea se face automat, preatenţional în (A) şi (B) şi cu alocare de resurse atenţionale (C) (*apud* J.E. Le Doux şi W. Hirst, 1986).

În ambele cazuri, segregarea se face pe baza considerării unei singure caracteristici sau trăsături a texturii. Nu acelaşi lucru se poate spune despre figura 2.27.C. Pentru a separa partea stângă de cea dreaptă a figurii respective trebuie să recurgem la *combinarea* a două trăsături: în partea stângă sunt pătrate pline *şi* romburi goale, iar în partea dreaptă sunt pătrate goale *şi* romburi pline.

2.2.7. Detectarea culorii

Detectarea culorii poate constitui o finalitate în sine, dar poate servi, ca şi textonii, la segregarea mai rapidă a figurii de fondul său în vederea declanşării unor procese capabile să o identifice şi să o categorizeze. Întrucât culoarea e obţinută prin mecanisme exclusiv chimice, pe care le presupunem deja cunoscute, analiza acestora nu prezintă interes pentru o teorie computaţională a percepţiei vizuale.

2.2.8. Concluzii

În finalul analizei întreprinse asupra prelucrării primare a stimulilor vizuali, punctăm câteva dintre ideile reliefate anterior, înainte de a trece la analiza prelucrărilor secundare.

Mai întâi, aşa cum s-a putut observa, sistemul vizual procedează la o *reconstrucţie* a stimulului prezentat pornind de la proiecţia sa pe retină. Percepţia obiectelor nu se face instantaneu, nemijlocit, ci prin medierea unor mecanisme de tip modular, care

au ca input proiecţia retinală, iar ca output - schiţa de $2^{1/2}$ D. Cu alte cuvinte, la sfârşitul acestei faze de prelucrare, care durează mai puţin de 200 de milisecunde, din diversitatea mediului în care trăieşte, subiectul surprinde contururile, adâncimea, deplasarea, forma şi culoarea obiectelor. Pe baza acestor procese se realizează segregarea figurii de fond sau a obiectelor de mediul în care acestea se află, cerinţă esenţială pentru adaptarea organismului la mediu. Rezultatul acestor procesări modulare, deci preatenţionale, irepresibile, automate desfăşurate în paralel, este schiţa $2^{1/2}$ D - o reprezentare intermediară a stimulului, care încă nu a fost recunoscut. Schiţa $2^{1/2}$ D este *centrată pe subiect*, adică depinde de alinierea ochi-stimul. Privit din unghiuri diferite, un obiect îşi relevă contururi diferite, astfel încât acelaşi obiect poate avea mai multe reprezentări, în funcţie de poziţia subiectului faţă de el. Aceste imagini nu se realizează în jurul obiectului, încă nu sunt considerate ca fiind proiecţii diferite ale aceluiaşi obiect, de aceea spunem că sunt centrate pe subiect. Este rostul prelucrărilor secundare ca dintr-o schiţă intermediară $2^{1/2}$ D luată ca input să producă, pe baza unor prelucrări variate, schiţa 3 D, adică recunoaşterea obiectului. Noi recunoaştem un frigider ca fiind frigider indiferent de unghiul de vedere pe care îl avem asupra lui. Prelucrările secundare realizează, aşadar, descentrarea reprezentărilor intermediare ale obiectului.

Modelele pe care le-am oferit până acum oferă o analiză computaţională a percepţiei vizuale primare. Ele descriu *funcţia* dintre input şi output specifică fiecărui modul. Elaborarea lor a însemnat un important pas înainte în elucidarea mecanismelor prelucrării informaţiei vizuale, cu însemnate consecinţe tehnologice şi sugestii rodnice pentru neuroştiinţe. În locul unei încheieri triumfaliste cred că e preferabilă semnalarea unor probleme majore care se cer rezolvate în viitorul apropiat de cercetarea ştiinţifică din domeniu.

Mai întâi, trebuie *apropiate datele din neurofiziologie* (nivelul implementaţional) *de teoriile computaţionale* (nivelul computaţional). Cum anume sistemul nervos realizează procesările depistate de analiza computaţională sau, altfel spus, *cum pot fi implementate într-o structură neurobiologică specifică funcţiile matematice descrise de modelele computaţionale*? Luând un caz particular ca exemplu, cum calculează sistemul nervos disparitatea binoculară? Până în prezent, rezultatele din neurofiziologia sistemului vizual oferă puţine sugestii despre funcţiile pe care le calculează o anumită structură biologică. Construcţia unor algoritmi capabili să calculeze funcţiile matematice identificate, dar care să aibă şi plauzibilitate neuronală este unul dintre obiectivele majore ale ştiinţelor cognitive.

A doua provocare ce stă în faţa cercetătorilor percepţiei vizuale vizează interacţiunea modulilor implicaţi în prelucrarea primară a stimulului vizual. Investigaţiile de până acum au căutat să identifice numărul şi funcţiile calculate de aceşti moduli. Ştim însă foarte puţin despre interacţiunea lor, despre modul în care ei conlucrează pentru a produce schiţa $2^{1/2}$ D.

În fine, o a treia problemă pe care o semnalez se referă la *validitatea ecologică a modelelor computaţionale*. Majoritatea cercetărilor asupra procesărilor primare a utilizat stimuli foarte simpli, creaţi artificial, reduşi adesea la o singură caracteristică

fizică. Această metodologie a permis controlul riguros al variabilelor experimentale şi exprimarea exactă a rezultatelor. Modelele obţinute sunt reflexul pe plan formal-matematic al acestor experimente de laborator. Se pune însă problema dacă nu cumva, în mediul natural, confruntat cu stimuli mult mai complecşi, organismul recurge şi la alte tipuri de prelucrări, la alte strategii. Este o întrebare la care cercetările ulterioare vor căuta să răspundă.

2.3. Recunoaşterea obiectelor – procesarea secundară a informaţiei vizuale

Prelucrările primare ale stimulilor vizuali au ca rezultat constituirea unei schiţe intermediare $2^{1/2}$ D, centrată pe subiect. Pentru a recunoaşte obiectul sau figura din spaţiul vizual este necesară procesarea în continuare a acestei schiţe intermediare. Procesările secundare au ca input schiţa $2^{1/2}$ D şi ca output – recunoaşterea obiectelor şi a relaţiilor dintre acestea. Operaţiile care permit producerea outputului din inputul corespunzător vor fi analizate în continuare.

Nu ştim, deocamdată, în ce măsură percepţia vizuală secundară *asistă* execuţia prelucrărilor primare. Sunt însă evidente *flexibilitatea* şi *rapiditatea* deosebită cu care subiectul uman poate recunoaşte obiectele sau figurile din câmpul vizual. O serie de măsurători au relevat faptul că un obiect simplu poate fi identificat după o expunere de numai 100 milisecunde, iar după alte 800 milisecunde subiecţii pot să-l şi numească, dacă posedă reprezentarea sa lexicală în memorie (Biedermann şi colab., 1982, Biedermann, 1990). De altfel, vă puteţi convinge singuri de aceste lucruri dacă deschideţi televizorul sau îl comutaţi rapid de pe un canal pe altul. În mai puţin de o secundă sunteţi capabili să înţelegeţi o scenă complexă care apare pe ecran.

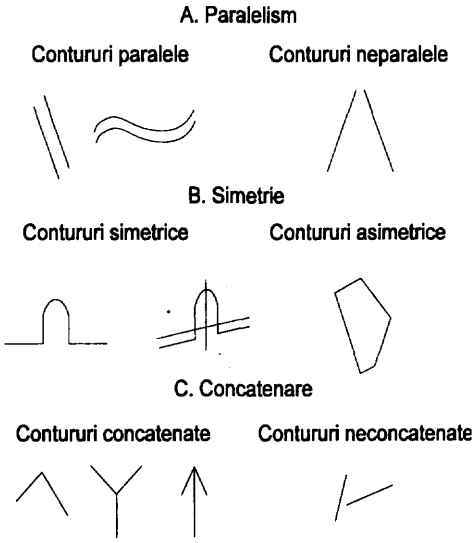
Recunoaşterea, într-o definiţie de primă aproximaţie, constă în punerea în corespondenţă a imaginii perceptive a obiectului cu reprezentarea sa în memorie. Una dintre problemele majore care apar în acest caz este aceea de a explica modul în care o schiţă intermediară centrată pe observator poate fi pusă în corespondenţă cu o reprezentare tridimensională centrată pe obiect prezentă în memorie. Este extrem de plauzibil ca reprezentarea stocată în memorie, indiferent dacă ea este simbolică sau neuromimetică, să reprezinte obiectul indiferent de unghiul sau perspectiva din care el este văzut, adică să fie o reprezentare centrată pe subiect. Altfel, sistemul cognitiv ar trebui să posede pentru fiecare obiect un număr astronomic de reprezentări, ceea ce l-ar face total incapabil să se adapteze la un mediu hipercomplex şi schimbător ca al nostru. Dacă reprezentarea mnezică e centrată pe obiect, cum anume este ea activată de o imagine sau schiţă centrată pe subiect rezultată din procesările primare pentru a putea realiza recunoaşterea acestuia? Dificultatea problemei menţionate e sporită de plasarea procesărilor secundare la interfaţa dintre prelucrările automate, inconştiente, preatenţionale, pe de o parte, şi cele conştiente, prin alocarea de resurse cognitive speciale. Analiza ascendentă e dublată deja, la acest nivel, de analiza descendentă.

Punerea în corespondenţă a reprezentării $2^{1/2}$ D cu reprezentarea centrată pe obiect este facilitată de existenţa unor detalii spaţiale constante sau proprietăţi neaccidentale, cum le-a numit Lowe (1984), chiar şi în cazul acestei schiţe intermediare. De exemplu, *o linie dreaptă* va rămâne o linie dreaptă, după cum *o linie curbă* va rămâne o linie curbă în condiţiile aproape ale oricărei alinieri ochi-obiect (o imagine dreaptă devine punct doar dacă axa privirii noastre se află exact în prelungirea acesteia). Alte proprietăţi neaccidentale ale schiţei rezultate în urma procesărilor primare se referă la *paralelism* şi *simetrie*. Două contururi paralele rămân paralele în majoritatea alinierilor ochi-obiect. Un contur simetric în raport cu o axă rămâne simetric în majoritatea circumstanţelor. Există chiar o propensiune constantă a sistemului cognitiv de a interpreta contururile care se abat de la paralelismul sau simetria stricte ca fiind paralele, respectiv simetrice (vezi figura 2.28).

Ultimul contur din şirul de sus, deşi se abate de la paralelism, este socotit adesea ca reprezentând două linii paralele prezentate în perspectivă (pe baza acestei interpretări s-a construit o binecunoscută iluzie optică). În şirul de jos, a doua şi a treia figură sunt simetrice, deşi se abat de la simetria strictă.

Sensibilitatea sistemului vizual la astfel de proprietăţi relativ invariante prezente încă în schiţa $2^{1/2}$ D, ca şi tendinţa de neglijare a micilor abateri de la ele facilitează considerabil recunoaşterea obiectelor.

Fig. 2.28. *Proprietăţi constante ale schiţei $2^{1/2}$ D (apud* Biederman, 1990)



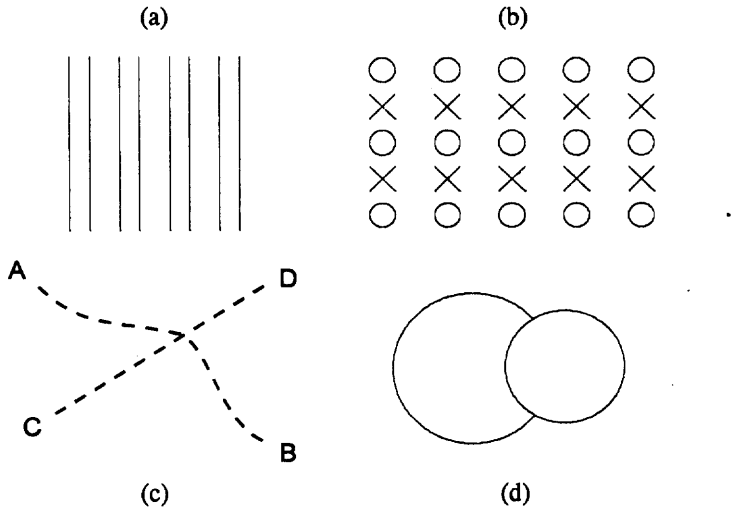
2.3.1. Principiile gestaltiste

Caracteristicile constante ale schiţei rezultate din procesările primare constituie unul dintre factorii capabili să explice mai ales *flexibilitatea* recunoaşterii obiectelor. Recunoaşterea e flexibilă deoarece obiectele au proprietăţi nonaccidentale (rectiliniaritatea, simetria, paralelismul, concatenarea), iar sistemul vizual neglijează sistematic abaterile de la acestea. *Rapiditatea*, cealaltă trăsătură a procesului de recunoaştere, reclamă prezenţa unor mecanisme de organizare a stimulilor complecşi în unităţi mai simple. Adesea contururile sunt vizibile doar parţial, unele sunt similare, altele disimilare, unele se află în proximitate spaţială, altele - nu. Diversitatea lor e redusă pe baza unor mecanisme de grupare a elementelor unei figuri.

Întrucât aceste mecanisme au fost pentru prima dată studiate sistematic de către psihologii şcolii gestaltiste, ele sunt cunoscute în literatura de specialitate sub numele de *principii gestaltiste*. Nu se cunoaşte numărul exact al acestor principii (unii menţionează 114 - vezi Bonnet, 1989). Pentru obiectele sau figurile statice, cele mai cunoscute sunt însă următoarele: a) *principiul proximităţii* - elementele aflate în proximitate spaţială sunt grupate într-o singură unitate perceptivă; b) *principiul similarităţii* - elementele similare sunt grupate în aceeaşi unitate perceptivă, care e contrapusă altora; c) *principiul bunei-continuări* - la intersecţia a două contururi, ele sunt percepute după continuarea cea mai simplă; d) *principiul închiderii* - conturul ocluzat al unei figuri este închis după configuraţia sa vizibilă.

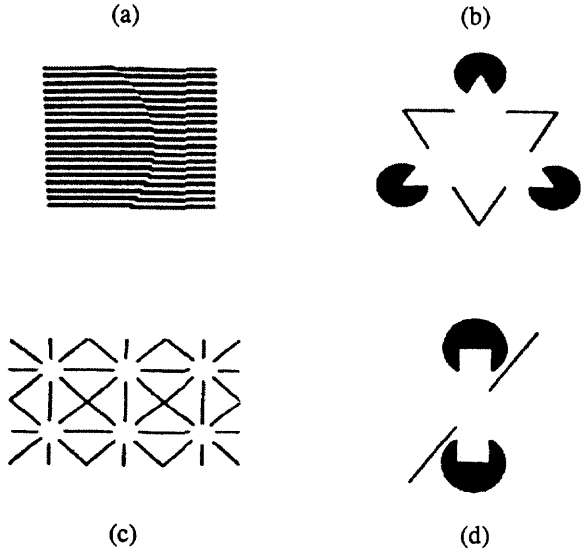
Versiunea generalizată a acestor principii este cuprinsă într-o formulare succintă, cunoscută sub numele de *legea lui Prägranz*: stimulii vizuali sunt în aşa fel grupaţi încât să rezulte configuraţia cea mai simplă. De pildă, pe baza acestei legi percepem în figura 2.29.b şiruri de ○ şi, respectiv, de ×, nu *coloane* de ○ × ○ × ○ cum ne-ar îndreptăţi să o facem principiul proximităţii spaţiale, elementele de pe coloană fiind mai apropiate decât cele de pe linii. Legea lui Prägranz este în acord cu finalitatea principală a sistemului cognitiv (uman): sporirea adaptării la mediu. Cu cât mai economicos este organizată o mulţime de elemente, cu atât mai uşor poate fi procesată informaţia despre ele, determinând reacţii adaptative rapide din partea subiectului.

Fig. 2.29. *Organizarea stimulilor vizuali pe baza principiilor gestaltiste*
(a) - cele opt linii paralele sunt grupate două câte două, pe baza proximităţii spaţiale; (b) - stimulii sunt grupaţi pe linii, nu pe coloane, din cauza similarităţii elementelor de pe o linie; (c) - la intersecţia liniei punctate care porneşte din A cu cea care porneşte din C continuarea se face spre B, respectiv D, deşi orice altă continuare ar fi posibilă (ex.: AD, CB); (d) - se presupune că discul ocluzat se închide unind conturul circular vizibil.



Mecanismele de organizare a elementelor din câmpul vizual după principiile gestaltiste sunt responsabile, cred, şi de inducerea contururilor subiective sau virtuale. Acest tip de contururi nu rezultă din procesarea variaţiei de luminozitate, deoarece ea nu este prezentă, ci dintr-o *construcţie cognitivă*, pe baza principiilor menţionate mai sus. Acest fapt poate fi observat examinând configuraţiile din figura 2.30.

Fig. 2.30. *Construcţia contururilor virtuale pe baza principiilor gestaltiste*:
(a) - grupare pe baza similarităţii relaţiilor topologice dintre cele două categorii de linii; (b) - triunghiul lui Kanizsa (principiul închiderii); (c) - figura lui Ehrenstein (principiul închiderii); (d) - iluzia lui Poggendorff (principiul închiderii).



Reamintindu-ne de tendinţa sistemului cognitiv uman de *accentuare* a contururilor existente (vezi 2.1), constatăm acum ceva şi mai surprinzător, şi anume *construcţia contururilor* acolo unde ele nu există, dar dacă ar exista, ar permite structurarea economicoasă a câmpului vizual. Nu ştim cât de ordonată este realitatea în sine; e clar însă că sistemul nostru cognitiv îi dă un plus de ordine.

Dacă principiile gestaltiste sunt încălcate, recunoaşterea este mult îngreunată. Dacă scriu propoziţia:

CiNeArEAuRuLsTaBiLeŞtErEGuLiLe[1],

recunoaşterea ei este dificilă datorită nerespectării principiului similarităţii (litere de mărimi diferite fiind organizate în aceeaşi unitate) şi a principiului proximităţii spaţiale (spaţiile dintre cuvinte fiind şterse).

1. Cine are aurul stabileşte regulile.

Experimental, acelaşi lucru a fost dovedit de S.E. Palmer (1977) într-o cercetare consacrată recunoaşterii figurilor. Mai întâi, subiecţilor le erau prezentate configuraţii de genul celor din figura 2.31.a. Ulterior erau solicitaţi să menţioneze dacă configuraţii de genul celor din figura 2.31.b-e sunt părţi componente ale celei dintâi. Se poate observa că toate fragmentele prezentate aparţin primei configuraţii, dar unele sunt rezultatul segmentării după principii gestaltiste (b) şi (c), iar altele rezultă printr-o segmentare ce încalcă aceste principii. Rezultatele experimentului consemnează recunoaşterea mult mai rapidă a figurilor segmentate după principiile gestaltiste în raport cu fragmentările aleatorii.

Fig. 2.31. *Exemplu de stimuli utilizaţi de Palmer (1977)*
(a) - stimulul original; (b), (c) - segmentări gestaltiste; (d), (e) - segmentări aleatorii.

(a) (b) (c) (d) (e)

Una dintre tezele cele mai larg vehiculate ale gestaltiştilor este aceea că percepţia configuraţiei, a gestaltului se realizează mai rapid decât percepţia părţilor componente. Pentru a ilustra acest lucru, Pomeratz, Sager şi Stoever (1977) efectuează un experiment în care solicită subiecţilor să acţioneze asupra unei taste când pe display, alături de alţi stimuli nesemnificativi, apar paranteze de forma () sau ((; ei apăsau pe altă tastă când detectau configuraţii de forma (sau). Se poate observa că, în primul caz, configuraţiile erau mai complexe, dar puteau fi organizate după regulile gestaltiste. În al doilea caz erau mai simple - părţi ale celor dintâi, dar nu puteau fi astfel organizate. S-a constatat că detectarea se realiza semnificativ mai rapid în cazul primului tip de stimuli. Cercetări similare efectuate de Kinchla şi Wolf (1979) au utilizat configuraţii compozite în care un stimul complex era compus din organizarea unor stimuli cu semnificaţii total diferite (ex.: se prezenta litera *H* ale cărei contururi erau formate din serii de litere *E*).

În mod constant, subiecţii care vizionau astfel de figuri recunoşteau mai întâi configuraţia globală şi abia ulterior părţile componente. Dovezi indirecte despre primatul întregului asupra părţilor au fost aduse de investigaţiile asupra atenţiei selective: cu cât un element este mai intricat într-o configuraţie gestaltistă, cu atât mai dificilă este discriminarea sa de restul elementelor. Pictori de renume ca G. Arcimboldo sau Salvador Dali au utilizat fenomenul menţionat mai sus în compoziţiile lor.

Rezultatele acestor experimente nu trebuie să ne inducă în eroare. După părerea noastră, ele nu trebuie interpretate în sensul că prelucrarea efectivă a întregului sau a configuraţiei precede procesarea părţilor (de exemplu, extragerea contururilor).

Remarcăm, mai întâi, că toate datele invocate mai sus consemnează fie impresiile fenomenale, subiective - ca în cazul tablourilor menţionate -, fie rezultatele unor

experimente de recunoaştere. În ambele cazuri, e vorba de primordialitatea fenomenală sau fenomenologică, aşa cum apare ea în experienţa subiectivă, conştientizată, nu de primordialitatea în sensul funcţionării sistemului cognitiv. După cum s-a arătat, procesele primare sunt modulare, preatenţionale, inaccesibile conştiinţei subiectului. Subiectul poate *conştientiza* mai rapid procesarea întregului, a gestaltului (orice experiment de recunoaştere bazându-se nu pe reprezentările existente în sistemul cognitiv, ci doar pe cele conştientizate). Abia ulterior, prin analize minuţioase care sunt apanajul specialiştilor, se pot conştientiza şi detalia procesările primare ale informaţiei. Aşadar, *primordialitatea conştientizării nu înseamnă primordialitatea realizării sau execuţiei unei prelucrări*. Ceea ce apare ca primordial sau prioritar în experienţa subiectivă nu e primul element în ordinea procesărilor reale. Ca şi în alte situaţii, ceea ce ni se pare nu e tocmai ceea ce este. Nu înseamnă însă că vom susţine în mod dogmatic o secvenţialitate strictă a procesărilor. Prelucrarea informaţiei locale se poate desfăşura, de la un moment dat, în paralel cu procesarea informaţiei globale.

Rămâne deschisă problema dacă mecanismele de grupare a stimulilor vizuali, consemnate sub numele de principii gestaltiste, sunt înnăscute sau nu. Prezenţa lor poate fi constatată încă din primele luni de viaţă (Spelke, 1990). Chiar dacă nu sunt integral determinate genetic, cu siguranţă există o *predispoziţie* (*preparedness*, cum o numeşte Seligman) a sistemului nervos uman pentru organizarea stimulilor din spaţiul vizual. Altfel nu ne putem explica prezenţa lor atât de timpurie. Principala lor funcţie, *de segregare a figurii de fond, a obiectului de mediu prin organizarea elementelor componente ale acestora*, este esenţială pentru subiectul uman. Putem spune că ele realizează un gen de *categorizare neintenţionată* a elementelor din câmpul vizual.

2.3.2. RBC - un model computaţional de recunoaştere a obiectelor

Identificarea caracteristicilor nonaccidentale ale obiectelor care sunt prezentate în schiţa $2^{1/2}$ D şi organizarea gestaltistă a stimulilor vizuali nu sunt suficiente pentru a explica procesul de recunoaştere. Care sunt prelucrările ulterioare care se finalizează în recunoaştere? Abordarea computaţională a acestei probleme încearcă să ne ofere o soluţie interesantă şi plauzibilă.

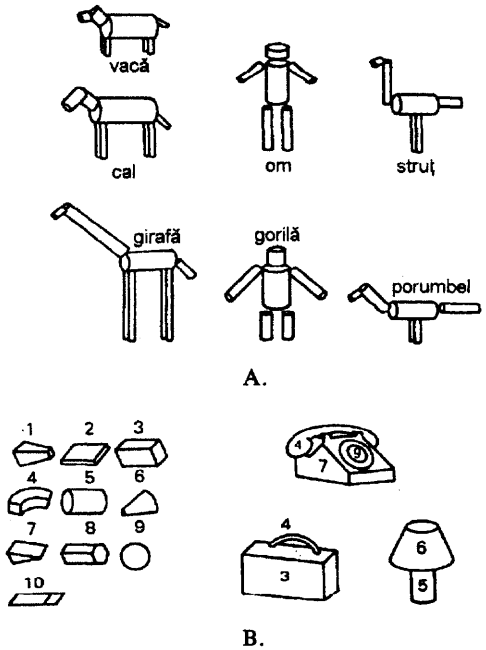
2.3.2.1. Construcţia modelului RBC

Una dintre cele mai interesante modelări computaţionale ale recunoaşterii obiectelor - RBC (*recognition by components*) - a fost realizată de I. Biederman (1987, 1988, 1990). Psihologul american porneşte de la tendinţa cotidiană, naturală a subiectului de a segmenta obiectele complexe în părţile lor componente. Un elefant, de pildă, e considerat ca fiind compus din corp, trompă, cap, picioare şi coadă. Un om - din

cap, corp, braţe, picioare etc. Uşurinţa segmentării obiectelor complexe în părţile lor componente e vizibilă şi în desenele sau schiţele de desen pe care le facem aproape la orice vârstă.

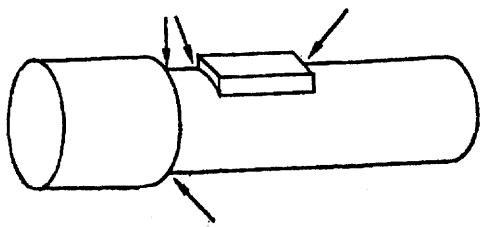
Părţile în care sunt descompuse obiectele pot fi considerate ca nişte *volume primitive* numite *geoni* (de la *geometrical ions*). Un obiect complex poate fi specificat prin *geonii* componenţi şi *modul de dispunere* a lor. Aceiaşi geoni aflaţi în relaţii diferite reprezintă obiecte diferite. Bazându-se pe o estimare a numărului de obiecte concrete, semnificativ diferite din universul cunoscut nouă până în prezent, Biederman susţine că întreaga diversitate obiectuală ar putea fi redusă la 24 de geoni şi la combinaţiile dintre aceştia. În figura 2.32 sunt prezentaţi 10 astfel de geoni şi câteva din obiectele care pot fi constituite prin compunerea lor.

Fig. 2.32. *Geoni şi obiecte complexe*



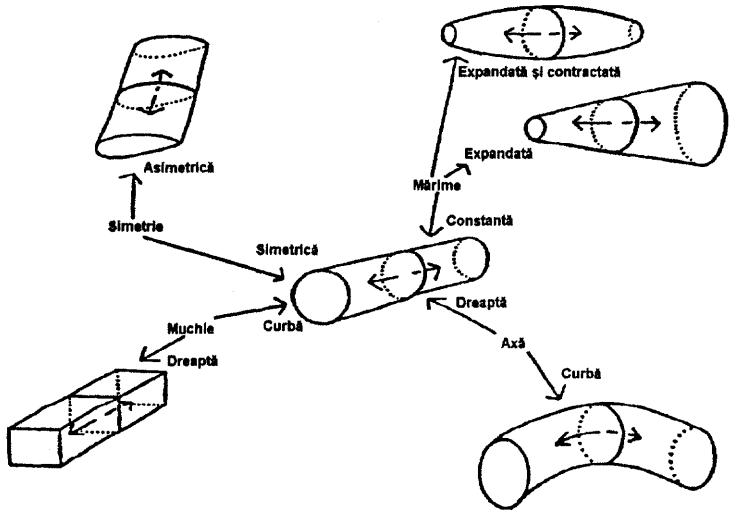
Segmentarea obiectelor în părţile componente - generând astfel geonii respectivi - se face, de regulă, în zonele de concavitate. Biederman împrumută unul din rezultatele notabile ale geometriei descriptive cunoscut sub numele de *principiul transversalităţii* (Hoffman şi Richards, 1985). Potrivit acestui principiu, întretăierea a două suprafeţe este aproape întotdeauna marcată de o concavitate. Corespunzător, adepţii modelului RBC susţin că fragmentarea obiectelor complexe în părţi componente are loc, de regulă, în zonele de concavitate locală (maximă). Segmentarea obiectului în aceste zone oferă maximum de informaţie asupra structurii şi părţilor sale (vezi figura 2.33).

Fig. 2.33. *Generarea geonilor prin segmentarea unei lanterne în zonele de concavitate locală* (săgeţile indică regiunile de realizare a segmentării)



Toţi geonii pot fi descrişi matematic printr-o teorie a conurilor generalizate, un formalism de reprezentare a volumelor. Un con generalizat este un volum generat prin mişcarea unei secţiuni transversale în jurul unei axe. Orice geon are patru atribute: a) *curbura* sau muchiile sale (drepte sau curbe); b) *mărimea* (constantă, expandată şi redusă); c) *simetria* (secţiune simetrică sau nesimetrică); d) *axa* (dreaptă sau curbă). Prin variaţia acestor atribute şi specificarea relaţiilor nonaccidentale dintre ele se pot genera şi deci, implicit, se pot descrie toţi geonii. Un exemplu în acest sens este prezentat în figura 2.34.

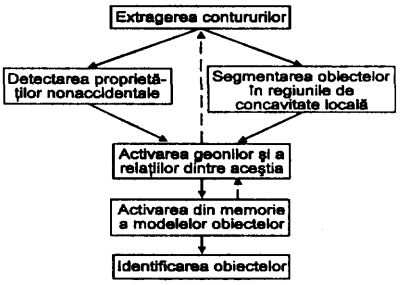
Fig. 2.34. *Generarea unor geoni prin variaţia atributelor menţionate*
Geonii rezultaţi diferă sub aspectul relaţiilor nonaccidentale (*apud* Biederman, 1990)



Specificarea proprietăţilor nonaccidentale este esenţială în descrierea geonilor. Pentru acelaşi geon (ex.: un cilindru, un trunchi de piramidă etc.) rămân constante, invariante la punctul de vedere al subiectului, chiar dacă mărimea secţiunii sale se modifică. De exemplu, paralelismul muchiilor unui paralelipiped şi concatenarea lor sub formă de furcă *Y* rămân neschimbate, indiferent de unghiul din care acesta este văzut. Această invarianţă permite geonilor să fie foarte rezistenţi la parazitări. În mediul natural existenţa unor geoni perfecţi (ex.: cilindre, paralelipipede, trunchiuri de piramidă) este destul de rară. De pildă, mâinile şi degetele noastre sunt similare dar nu identice cu un cilindru, adică un geon cu perimetrul secţiunii curbiliniu, generat prin rotirea constantă în jurul unei axe drepte. Reamintindu-ne de tendinţa sistemului cognitiv de anihilare a abaterilor de la proprietăţile nonaccidentale (rectiliniaritate, simetrie, paralelism, concatenare) putem admite că geonii vor fi activaţi de stimuli naturali similari. În acest caz, specificarea geonilor şi a relaţiilor topologice dintre aceştia sunt suficiente pentru recunoaşterea obiectelor complexe.

Stadiile prelucrărilor informaţionale implicate în recunoaşterea obiectelor pe baza componentelor sunt rezumate de I. Biederman (1990) în figura 2.35.

Fig. 2.35. *Stadiile recunoaşterii obiectelor pe bază de componente* (săgeţile continue denotă prelucrări ascendente, cele discontinue - procesări descendente)



Aşadar, după extragerea contururilor din imaginea obiectului real[2], sunt iniţiate două module paralele, de detectare a proprietăţilor nonaccidentale şi de segmentare a obiectelor în zonele de concavitate locală. Rezultatul acestor procesări paralele constă în reducerea oricărui obiect complex la un set de geoni aflaţi în anumite relaţii topologice. Această reprezentare activează diverse modele ale obiectelor, existente în memorie, *modele reductibile la geoni şi combinaţiile dintre aceştia*. Pe baza acestei corespondenţe se realizează identificarea obiectului. Biederman susţine că e suficientă identificarea a trei geoni dintr-un obiect pentru a putea recunoaşte obiectul respectiv (Biederman, 1990). Liniile punctate arată eventuala intervenţie a unor procesări descendente.

Implementarea pe calculator a unor variante ale modelului RBC s-a dovedit viabilă şi promiţătoare. Din punct de vedere psihologic, nu atât performanţele sale tehnologice ne interesează (deşi ele sunt esenţiale pentru IA), ci validitatea ecologică a acestui model.

2.3.2.2. Validitatea ecologică a modelului RBC

Modelele computaţionale se validează, în primul rând, sub aspectul consistenţei lor interne prin implementarea pe calculator. Ele valorifică mai ales caracteristicile fizice ale stimulului, urmărind prelucrarea acestora astfel încât rezultatul calculelor să fie echivalent cu outputul proceselor cognitive reale. Constrângerile neurofiziologice sunt în mai mică măsură luate în calcul, majoritatea acestor modele fiind elaborate cu scopul construirii unor sisteme artificiale, care au un alt hardware, astfel încât se tinde să se facă abstracţie de datele neurobiologice.

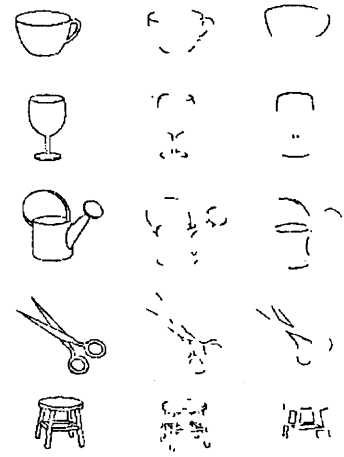
Orice model cognitiv, chiar de la nivelul computaţional, generează însă o serie de predicţii despre comportamentul subiectului. Aceste predicţii pot fi validate prin observaţii sau experimente în situaţii cât mai naturale. Măsura în care predicţiile modelului se dovedesc verosimile în mediul natural, real al subiectului constituie *validitatea sa ecologică*.

Una dintre tezele principale ale modelului este că segmentarea imaginii obiectelor concrete şi generarea geonilor se fac în zonele de concavitate locală. Pentru a testa această idee se pot construi serii de stimuli ca cei prezentaţi în figura 2.36.

2. Pentru extragerea contururilor am prezentat un alt model computaţional în 2.2.2.

Prima coloană reprezintă o mulţime de obiecte reale. Celelalte două coloane reprezintă aceleaşi obiecte, dar cu contururile incomplete. Deosebirea dintre ele este că, în coloana (c), contururile sunt şterse în zonele de concavitate locală, iar în coloana (b), aceeaşi suprafaţă este radiată, dar în alte zone. Dacă segmentarea obiectelor se face în zonele de concavitate, atunci recunoaşterea obiectelor pe baza schiţelor din coloana (c) va fi mult mai dificilă decât dacă se prezintă imaginile din (b). Cititorul poate verifica singur această conjectură inspectând figura 2.36. Ea a fost probată experimental de Biederman (1987): numărul de erori şi timpul de reacţie sunt mai mari în cazul deteriorării contururilor din zona de concavitate locală decât din orice altă zonă, aria deteriorată fiind constantă.

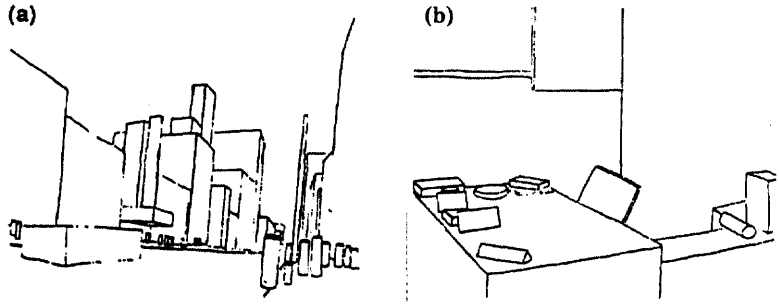
Fig. 2.36. *Stimuli fizici* (a) *şi segmentarea lor în zonele de maximă concavitate locală* (c) *sau în alte zone* (b) (*apud* Biederman, 1987)



Un alt argument (indirect) în favoarea RBC este oferit de rezultatele experimentelor asupra recunoaşterii obiectelor în condiţiile rotirii lor în plan sau în spaţiu. Timpul necesar recunoaşterii este semnificativ mai mare dacă obiectele se rotesc în plan decât dacă se rotesc în spaţiu (Biederman, 1990). Explicaţia constă în faptul că rotirea în plan afectează în mai mare măsură geonii (în special *relaţiile* dintre geoni) decât rotirea în spaţiul tridimensional.

RBC oferă o explicaţie plauzibilă unuia dintre fenomenele ubicue şi paradoxale ale recunoaşterii. O serie de date experimentale, ca şi observaţiile oricăruia dintre noi pun în evidenţă faptul că recunoaşterea unei scene din realitatea înconjurătoare nu este mult mai dificilă decât recunoaşterea unui obiect complex. Or, o scenă fiind mai complexă, conţinând mai multe obiecte, ar trebui să reclame un timp de latenţă mai îndelungat. Privind figura 2.37, dintr-o singură privire ne dăm seama că sunt reprezentate străzile unui mare oraş (a) şi un birou (b).

Fig. 2.37. *Recunoaşterea scenelor pe baza geonilor*



O explicaţie plauzibilă, pe baza RBC, a acestor rezultate contraintuitive consideră că, deşi numărul de elemente dintr-o scenă e considerabil mai mare decât numărul părţilor unui obiect, numărul de geoni corespunzători rămâne relativ redus. De pildă, în figura 2.37.a, întreaga complexitate a scenei poate fi redusă la două tipuri de geoni: paralelipipede şi cilindre, ceea ce apropie complexitatea scenei de cea a unui singur obiect din mediu (ca exerciţiu, încercaţi să identificaţi geonii din figura 2.37.b. Pe scurt, prin reducerea scenelor la geoni şi relaţiile dintre aceştia, complexitatea lor se reduce, astfel încât timpul de recunoaştere nu diferă semnificativ de timpul reclamat pentru cunoaşterea unui obiect. Fireşte, aceasta nu este singura explicaţie posibilă, dar ea este una dintre cele mai plauzibile. Investigaţii experimentale ulterioare vor oferi, sperăm, o validare mult mai acurată a acestei ipoteze.

E prematur să procedăm la o evaluare comprehensivă a teoriei RBC. Multe din asumpţiile sau tezele sale vor fi testate în următorii ani, atât sub aspectul consistenţei interne – prin simularea pe calculator – cât şi al validităţii ecologice. Din păcate, una dintre dificultăţile care apar în mod sistematic în ştiinţele cognitive constă în faptul că, *cu cât un model este mai complex, mai elaborat, cu atât e mai dificil să stabileşti care segment al său este greşit.*

De pildă, în eventualitatea în care teoria RBC nu va fi capabilă să explice un anumit set de date experimentale, nu înseamnă neapărat că întreaga teorie este eronată. E posibil ca global teoria să fie corectă, iar eşecul respectiv să fie rezultatul unei singure componente. Este însă greu de stabilit care anume dintre ele. Alături de această dificultate generală la care trebuie să facă faţă şi modelul RBC, semnalăm câteva probleme specifice care reclamă efortul generaţiei actuale de cercetători.

Una dintre problemele dificil de rezolvat în teoria RBC vizează modul de realizare a punerii în corespondenţă a imaginii obiectului cu reprezentarea sa din memorie. Cum anume se activează reprezentarea mnezică corespunzătoare imaginii unui obiect pentru a finaliza procesul de recunoaştere? Cum sunt stocate reprezentările în memorie astfel încât analiza geonilor şi corelaţiilor dintre ei să facă posibilă activarea reprezentării corespunzătoare? Oare în memorie este stocată *imaginea* obiectului sau descripţia lui semantică, iar imaginea este produsă în momentul recunoaşterii?

O altă problemă vizează identificarea obiectelor cu acelaşi tip de geoni (de exemplu, o locomotivă electrică şi un tramvai). În acest caz, se pare că descompunerea în geoni nu este suficientă pentru a recunoaşte obiectele respective, deoarece geonii componenţi sunt aceiaşi. Procesările descendente joacă un rol important în aceste cazuri. În general vorbind, rămâne de rezolvat problema relaţiei dintre procesările descendente şi descompunerea în geoni.

În fine, modelul RBC uită să ia în considerare mecanismele de organizare gestaltistă a stimulilor vizuali. În opinia noastră, ele formează un modul separat, funcţionând în paralel cu cele responsabile de detectarea caracteristicilor nonaccidentale şi de segmentare în zonele de concavitate locală maximă (vezi figura 2.36). Activarea geonilor şi a relaţiilor dintre aceştia este precedată de formarea configuraţiilor perceptive de tip gestaltist.

*

În rezumat, procesarea secundară a informaţiei porneşte de la schiţa $2^{1/2}$ D. La acest nivel, sistemul cognitiv cunoaşte *contururile* obiectului (depistate fie pe baza variaţiei de luminozitate, fie datorită diferenţei de culoare sau textură), cunoaşte dacă obiectul se *deplasează* sau nu, *adâncimea* sa în spaţiu sau *depărtarea* faţă de observator. Această reprezentare este centrată pe subiect.

Apoi, în schiţa $2^{1/2}$ D sunt identificate caracteristicile nonaccidentale, iar contururile prezente sunt organizate pe baza principiilor gestaltiste de mecanisme speciale. Imaginea intermediară e segmentată în zonele de concavitate locală (maximă), generând geonii. Aceştia activează în memorie obiectele formate din geonii respectivi aflaţi în relaţii topologice specifice, recunoaşterea finalizându-se prin punerea în corespondenţă a reprezentării stocate în memorie cu imaginea intermediară.

Se poate observa că toate aceste procesări sunt unidirecţionale, de jos în sus. Cu alte cuvinte, ele sunt *prelucrări ascendente* (*bottom-up analysis*). Recunoaşterea obiectelor sau figurilor implică însă şi o mulţime de procesări descendente, care vor fi tratate în 2.4.

2.3.3. Alte modelări ale recunoaşterii

Alături de modelările de tip RBC, în literatura de specialitate se mai află încă în circulaţie alte câteva modele, dintre acestea cele mai cunoscute fiind (1) modelul analizei de trăsături (*feature analysis*) şi (2) modelul calchierii tiparelor (*template matching*). Deşi se află într-un regres de popularitate, simpla lor vehiculare de către psihologi sau specialişti în IA ne obligă să le prezentăm succint în lucrarea de faţă.

2.3.3.1. Modelul analizei de trăsături fizice

Supoziţia fundamentală a acestui model este aceea că recunoaşterea obiectelor se bazează pe detectarea unor caracteristici sau trăsături fizice distincte ale acestora. *O trăsătură distinctă* este orice caracteristică fizică vizibilă a unui obiect şi pe baza căreia acesta poate fi identificat indiferent de circumstanţe. De exemplu, ea rămâne neschimbată indiferent de distanţa dintre subiect şi obiectul de recunoscut. Se presupune că orice obiect poate fi definit printr-o mulţime unică de caracteristici fizice.

Există numeroase dovezi experimentale că organismele simple recunosc obiectele din mediu pe baza unei singure trăsături. În 1951, într-un studiu asupra instinctelor, N. Tinbergen menţiona rezultatele cercetărilor sale asupra unei specii de peştişori. Masculii acestei specii tind să-şi marcheze un anumit teritoriu. Dacă un alt mascul din specia respectivă intră în acest teritoriu, el este atacat. În schimb, reprezentanţii altor specii de peşti nu suferă nici o agresiune, ceea ce înseamnă că masculii speciei se recunosc între ei. La baza acestei recunoaşteri se află o singură trăsătură – o dungă roşie aflată de-a lungul zonei ventrale. Masculii din aceeaşi specie cărora li

s-au înlăturat prin mijloace chirurgicale dunga respectivă nu mai erau agresaţi; în schimb, alte specii de peşti cărora li se aplica artificial o dungă roşie făceau rapid obiectul agresiunii. În aceeaşi lucrare, Tinbergen (1951) descrie şi alte specii care realizează recunoaşterea pe baza unei singure trăsături. Rezultă o concluzie interesantă, şi anume că pentru realizarea recunoaşterii nu e necesară prelucrarea întregii complexităţi a informaţiei vizuale, ci doar detectarea unei singure trăsături semnificative. Prelucrarea informaţiei din mediu se face, aşadar, după un principiu pe care l-am putea numi *principiul economiei cognitive*: la un moment dat, sistemul cognitiv nu prelucrează mai multă informaţie decât atât cât are nevoie.

Numărul detectorilor de trăsături, deci, implicit, al trăsăturilor luate în calcul în vederea recunoaşterii, sporeşte la speciile mai dezvoltate. Lettvin, Maturana, McCullogh şi Pitts (1959) procedează la înregistrarea activităţii bioelectrice din tectumul broaştei în condiţiile expunerii la o serie de stimuli vizuali simpli. Cu acest prilej, ei constată prezenţa a patru tipuri de detectori de trăsături: a) *detectorii de contururi* (= neuroni care îşi modifică frecvenţa descărcărilor de fiecare dată când apare un contur); b) *detectori de variaţii continue ale luminozităţii* (= lumina în degrade); c) *detectori de forme simple în mişcare*; d) *detectori de puncte negre care se deplasează*, numiţi, într-un fel exotic, detectori de ploşniţe. Nu este înregistrată în nici un fel, de pildă, diferenţa de culoare sau alte proprietăţi ale obiectelor. Din întreaga diversitate a lumii sunt surprinse doar acele dimensiuni pentru care organismul dispune de detectorii de trăsături corespunzători.

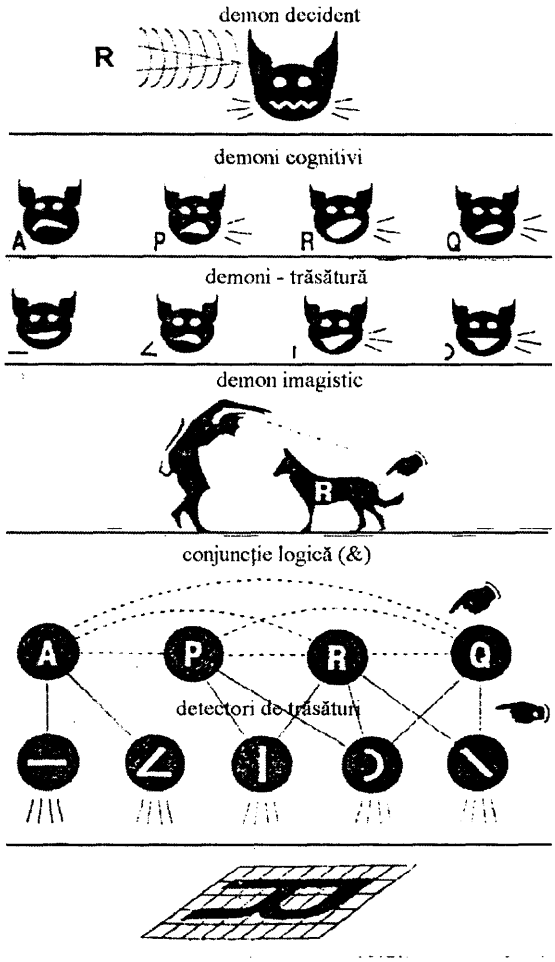
Luând în considerare cercetările similare întreprinse de D. Hubel şi T. Wiesel asupra cortexului vizual la pisici, precum şi cele ale lui Gross (1973) asupra maimuţelor, putem face o generalizare plauzibilă şi importantă, şi anume că *reprezentarea realităţii este sever circumscrisă de numărul şi caracteristicile detectorilor de trăsături de care dispune sistemul cognitiv al unui organism.* Vedem doar acele proprietăţi sau obiecte pentru care avem un pattern corespunzător al activităţii neuronale. Lumea vizibilă din afara noastră este un ansamblu de patternuri neuronale dinăuntrul nostru. Dacă unul dintre aceste patternuri este deteriorat, recunoaşterea unei anumite configuraţii este grav afectată. Se cunosc, de pildă, cazuri de subiecţi suferind de *agnozie alexică* (= incapacitatea de a recunoaşte litere tipărite). În cazul lor recunoaşterea obiectelor din realitatea fizică nu este, în nici un fel, perturbată. Ei pot înţelege limbajul vorbit, pot scrie un text după dictare, pot chiar să citească texte scrise cu litere de mână. Nu pot însă citi caracterele tipărite, ceea ce înseamnă că exact modulul implicat în procesarea acestui tip de caracteristici - parţial sau integral - a fost deteriorat. Date similare sunt obţinute şi din analiza de caz a pacienţilor prosopagnostici (= incapacitatea de a recunoaşte feţele familiare, inclusiv propriul chip reflectat în oglindă) (vezi Cole şi Perez Cruet, 1964).

Cu toată specificitatea lor, detectorii de trăsături au câteva proprietăţi generale comune: a) sunt *organizaţi modular*; b) sunt în cea mai mare măsură *predeterminaţi genetic*, deşi au perioade de imprinting în care pot fi stimulaţi sau blocaţi de influenţa mediului; c) au o *funcţionare abstractă*; un detector de ploşniţe, de pildă, nu reacţionează la prezenţa unei anumite ploşniţe, ci ori de câte ori apare o ploşniţă în

câmpul său receptor. În mod similar, un detector de contururi se activează ori de câte ori apare un contur, indiferent dacă este conturul unei stânci sau al unei frunze etc. *Abstractizarea nu este, aşadar, apanajul procesărilor cognitive superioare, reflexive, ci o caracteristică ubicuă a sistemului cognitiv care poate fi întâlnită de la niveluri elementare de prelucrare a informaţiei.*

Pornind de la aceste date experimentale, s-au elaborat o serie de modele ale recunoaşterii bazate pe analiza trăsăturilor obiectelor de recunoscut. Primul din această familie de modele, propus de Selfrige (1959), poartă numele de *Pandemonium*[3]. Recunoaşterea era rezultatul colaborării unei mulţimi de demoni, organizaţi ierarhic (figura 2.38.A). La bază se află *demonii imagistici* – care recepţionează imaginea unui obiect sau a unei figuri. Această imagine era descompusă în trăsăturile sau caracteristicile sale de către o suită de *demoni de trăsături (feature demons)*. Fiecare trăsătură era prelucrată de un demon anume. Mesajele lor erau sintetizate în unităţi comprehensive de către *demonii cognitivi*. Întrucât aceştia propuneau mai multe interpretări posibile, un *demon-decident* stabilea care dintre candidaţii la recunoaştere este cel mai potrivit pentru a identifica obiectul iniţial. Utilizarea demonilor nu este un lucru nou în ştiinţă. Nu numai că ei constituie o prezenţă simpatică, dar sunt invocaţi de omul de ştiinţă aproape întotdeauna când are loc un proces inexplicabil la un moment dat în cadrele unei paradigme ştiinţifice (vezi demonul lui Maxwell sau modele mai vechi din termodinamică).

Fig. 2.38. *Recunoaşterea pe baza analizei de trăsături*: A) *Pandemonium*; B) *microprocesare*



Preluând ideea Pandemoniumului, Lindsay şi Norman (1977) au construit un nou model, ce punea în locul demonilor microprocesoare, care prelucrau în paralel o

3. Pandemonium este numele dat iadului de către poetul John Milton.

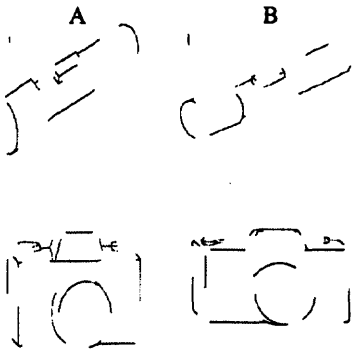
anumită trăsătură a imaginii furnizate de fotosenzori. Rezultatele acestor prelucrări făceau obiectul unor combinaţii pe baza functorilor logici („şi", „sau", „non" etc.). Graţie relaţiilor excitative – pe verticală – şi inhibitive – pe orizontală – au putut fi eliminate nivelurile de procesare corespunzătoare demonilor cognitivi şi decidenţi. Dintre patternurile posibile corespunzătoare obiectului sau figurii externe e selecţionat cel care, pe baza relaţiilor de excitaţie şi inhibiţie laterală, dobândeşte valoarea de activare cea mai ridicată (figura 2.38.B).

Una dintre obiecţiile majore care pot fi aduse modelării obiectelor pe baza analizei trăsăturilor fizice vizează tocmai asumpţia de bază: posibilitatea descompunerii obiectelor în trăsături separabile, distincte. Această analiză de trăsături nu ridică probleme deosebite în cazul stimulilor bidimensionali, dar se dovedeşte adesea insurmontabilă în cazul obiectelor tridimensionale, complexe. De exemplu, este extrem de dificil să extragi trăsăturile unei feţe umane: ele nu sunt independente unele de altele; un nas e lung sau scurt în raport cu mărimea feţei; buzele sunt groase sau subţiri raportate la bărbie şi baza nasului etc.

Chiar şi atunci când această dificultate este depăşită, apare problema combinării trăsăturilor. Un obiect se deosebeşte de oricare altul nu atât prin trăsăturile fizice, ci prin *modul lor de combinare*. Litera T şi semnul + pot fi descompuse în aceleaşi trăsături: o linie verticală şi o linie orizontală. Ele devin elemente distincte doar dacă ţinem seamă de modul lor de concatenare. Obiectele se recunosc prin luarea în considerare atât a trăsăturilor lor independente (dacă acest lucru e posibil), cât şi (mai ales) prin specificarea modului lor de combinare. Cu cât obiectele sunt mai complexe, cu atât unitatea de bază a recunoaşterii e combinaţia de trăsături fizice, nu trăsătura fizică propriu-zisă. Problema e de a identifica aceste combinaţii elementare pe baza cărora se realizează recunoaşterea obiectelor. Or, principiile gestaltiste şi RBC oferă tocmai o soluţie plauzibilă şi elegantă acestei chestiuni. Fireşte că aceste combinaţii pot fi descompuse în trăsături fizice – ceea ce admite RBC. Dar *unitatea de bază a recunoaşterii este combinaţia, nu trăsătura*. Pentru a ilustra acest lucru să privim figura 2.39.

În ambele situaţii (A şi B) se pot recunoaşte cu uşurinţă două obiecte: o lanternă şi un aparat de fotografiat. Diferenţele dintre cele două tipuri de reprezentări (A şi B) par minime sau nesemnificative. Şi totuşi, dacă le examinăm cu atenţie constatăm că avem de-a face cu imagini complementare. Aproape orice linie care apare în A este ştearsă în B şi invers. Dacă identificarea s-ar face la nivelul trăsăturilor, cele două categorii de obiecte ni s-ar părea total diferite. Ele par similare şi recunoaştem pe baza lor acelaşi obiect, deoarece atomul recunoaşterii e combinaţia (geonul sau configuraţia gestaltistă), nu trăsătura.

Fig. 2.39. *Recunoaşterea – geoni sau trăsături?* (*apud* Biederman, 1990)



Aşadar, chiar dacă obiectele simple pot fi identificate pe baza extragerii trăsăturilor fizice, cu cât obiectele devin mai complexe unitatea de bază a recunoaşterii devine combinaţia de trăsături fizice – geonii şi/sau configuraţiile gestaltiste. Modelul RBC nu exclude analiza de trăsături fizice, ci o include ca un caz particular, ceea ce revine la a spune că este un model mai viabil.

2.3.3.2. Modelul calchierii tiparelor

La nivelul simţului comun se spune adesea că învăţarea este o întipărire a unui material dat. Întîlnim în mod frecvent formulări de genul „cuvintele mamei ne-au rămas adânc întipărite în memorie" sau „mi s-a întipărit în minte imaginea iubitei" etc. Dacă memorarea este o întipărire, atunci recunoaşterea constă în punerea în corespondenţă a imaginii vizuale a unui obiect cu întipărirea sau urma sa din memoria noastră. Glosând pe marginea simţului comun, psihologii gestaltişti au susţinut, în mod similar, că recunoaşterea constă în activarea patternurilor din memorie corespunzătoare stimulilor.

O astfel de modelare a recunoaşterii se dovedeşte însă total nefuncţională. După cum cunoaştem din experienţa oricăruia dintre noi, ne este uşor să recunoaştem un obiect din poziţii diferite. Recunoaştem, de pildă, chipul colegului de bancă atât din faţă cât şi din profil, atât privit de jos cât şi privit de sus etc. Dacă recunoaşterea ar consta în punerea în corespondenţă a acestor imagini cu tiparele din memorie, atunci pentru recunoaşterea aceluiaşi obiect am avea nevoie de un număr foarte mare de patternuri sau tipare. Practic, numărul de patternuri ar fi cu multe ordine de mărime mai mare decât numărul obiectelor din univers, ceea ce ar depăşi rapid toate disponibilităţile neuropsihice de care dispune fiinţa umană. Modelarea recunoaşterii pe baza calchierii patternurilor nu este total lipsită de sens. Scannerul optic folosit de băncile occidentale pentru citirea numărului de cont valorifică tehnologic o astfel de idee. În general vorbind, acest model se dovedeşte viabil în cazul recunoaşterii stimulilor din lumi artificiale (ca în cazul menţionat mai sus), cu un număr redus şi ultrastandardizat de elemente, dar este nefuncţional în recunoaşterea obiectelor din mediul natural. Cu alte cuvinte, validitatea sa ecologică este extrem de redusă.

2.3.4. Procesări descendente în recunoaştere

Până acum, pe parcursul întregului capitol, am abordat numai prelucrările ascendente implicate în recunoaşterea stimulilor vizuali – obiecte sau configuraţii bidimensionale. Am specificat de la început însă că recunoaşterea este locul de întâlnire al procesărilor ascendente cu cele descendente, al prelucrărilor ghidate de datele fizice ale stimulului (*data driven processing*) cu cele marcate de cunoştinţele subiectului (*knowledge driven processing*). *Analiza descendentă precipită recunoaşterea.* Pe de altă parte, violarea unor constrângeri impuse de cunoştinţele noastre (tacite) despre realitate blochează sau încetineşte recunoaşterea. În acest subcapitol vom

analiza semnificaţia unor date experimentale asupra analizei descendente, urmând ca în subcapitolul următor să insistăm asupra măsurii în care abordarea neo-conexionistă le poate modela.

2.3.4.1. Procesări descendente în cazul recunoaşterii stimulilor verbali

O serie de cercetări au probat efectul catalizator al contextului adecvat în recunoaşterea stimulilor verbali. Înainte de a citi mai departe acest text, priviţi figura 2.40.

Fig. 2.40. *Un exemplu de procesare descendentă*

/ \AI / \CASĂ!

Fără prea multă dificultate aţi redus ambiguitatea mesajului percepând propoziţia HAI ACASĂ! Aceeaşi configuraţie ambiguă / \ este interpretată în contextul primului cuvânt ca fiind litera H, iar în contextul celui de-al doilea cuvânt ca fiind A. Cunoştinţele noastre de limba română şi despre semnificaţia semnului exclamării au iniţiat un proces de analiză descendentă care a dus la specificarea configuraţiilor. Analiza ascendentă – pe trăsături – ar fi fost insuficientă în acest caz. Cunoştinţele noastre lexicale au funcţionat ca nişte constrângeri ale recunoaşterii configuraţiei ambigue, astfel încât cele două cuvinte, impunând constrângeri diferite, au determinat decodări diferite. Percepută independent de context, configuraţia ambiguă ar fi fost lipsită de constrângeri, putând s-o interpretăm în chipuri diferite.

Recunoaşterea mai rapidă a unei litere dacă ea este prezentată în contextul unui cuvânt a fost demonstrată experimental în repetate rânduri. G. Reicher (1969) a prezentat la tahistoscop un caracter ţintă – să zicem „K" – în trei situaţii diferite: a) în contextul unui cuvânt cu sens (ex.: „WORK"); b) în contextul unei configuraţii lingvistice fără sens (ex.: „WKOR"); c) independent (ex.: „K"). Pentru fiecare dintre aceste situaţii subiecţii trebuiau să decidă dacă, la tahistoscop, au văzut litera „K" sau litera „D". S-a constatat că recunoaşterea – operaţionalizată atât prin numărul de erori, cât şi prin timpul de reacţie – este cea mai eficace în situaţia a). Mai exact, numărul de erori înregistrate la discriminarea dintre D şi K este cu 10% mai mic dacă literele sunt prezentate în contextul unui cuvânt decât dacă sunt prezentate independent. El a numit acest rezultat efectul superiorităţii cuvântului, (*superiority word effect*), subliniind că recunoaşterea unei litere e mai rapidă dacă ea e încadrată într-un cuvânt cu sens decât dacă ea este prezentată independent sau într-o configuraţie fără sens.

La prima vedere, suntem în faţa unui efect paradoxal, procesarea unei singure litere fiind realizată într-un timp mai îndelungat decât procesarea unei secvenţe (cu sens) de patru litere. Rumelhart şi Siple (1974) oferă o explicaţie acestui efect. Ei susţin că pentru a discrimina între „D" şi „K" trebuie realizată o analiză pe trăsături completă dacă aceste caractere sunt prezentate independent. În schimb, dacă sunt

prezentate în cadrul unui cuvânt, e suficientă procesarea unei singure trăsături (ex. : de la D sau de la K) pentru a le discrimina, deoarece, prin analiză descendentă, activarea sensului posibil al cuvântului circumscrie semnificaţia ultimei litere, nemaifiind necesară prelucrarea ei completă.

McClelland şi Rumelhart (1981) au construit o reţea neuromimetică în stare să producă acest efect, pe care o vom prezenta într-un subcapitol ulterior. Explicaţia lui Rumelhart şi Siple ne atrage atenţia asupra caracterului *puternic redundant* al majorităţii stimulilor complecşi. Oricine poate constata acest lucru când, fiind pus să citească un text în care părţi din litere erau şterse, a putut face acest lucru fără dificultăţi deosebite. Secvenţa „scxiu x frxză xn cxre xiexarx a txeix lixerx esxe x xar xoaxe fx cixitx" poate fi într-adevăr citită, datorită procesărilor descendente, chiar dacă lipsesc foarte multe caractere. Devine acum evident faptul că, în recunoaştere, prelucrarea ascendentă este dublată de analiza descendentă. Acest lucru nu are loc în cazul procesării primare a informaţiei vizuale, deoarece aceasta este efectuată de moduli impenetrabili cognitiv.

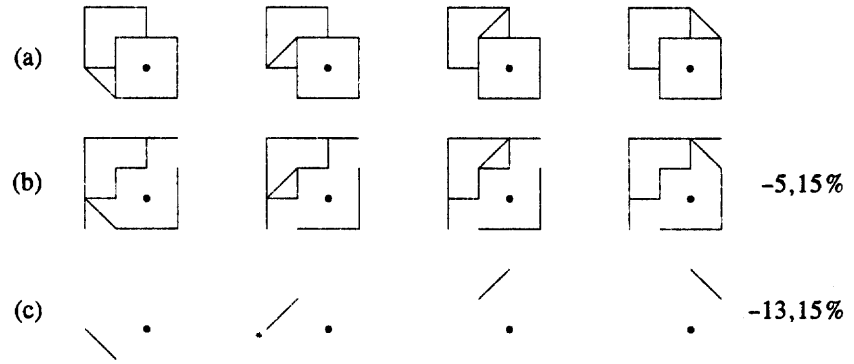
În mod similar, s-a putut pune în evidenţă superioritatea recunoaşterii cuvântului în contextul propoziţiei faţă de recunoaşterea sa în situaţia prezentării sale independente. Pollack şi Pickett (1964) au înregistrat pe bandă de magnetofon conversaţiile dintre diade de subiecţi. Ulterior ei au izolat unele cuvinte şi le-au prezentat în combinaţii aleatorii subiecţilor participanţi la aceste conversaţii. Deşi iniţial conversaţia se desfăşurase în bune condiţii, subiecţii înţelegând toate cuvintele, ulterior doar 47% dintre acestea au fost înţelese! Generalizând, dacă într-o conversaţie înţelegem aproximativ 100% din cuvintele vehiculate, atunci cam jumătate din această înţelegere nu se datorează proprietăţilor stimulilor lingvistici auditivi, ci cunoştinţelor noastre sintactice şi semantice care iniţiază prelucrări descendente ale informaţiei.

2.3.4.2. Procesări descendente în cazul recunoaşterii obiectelor

Obiectele sunt entităţi tridimensionale care se supun legilor fizicii şi interacţionează cu mediul. De regulă, ele au o funcţie precisă şi le corespunde o etichetă verbală (un substantiv). Recunoaşterea lor este esenţială pentru supravieţuirea organismului. De repetate ori s-a dovedit că o trăsătură sau caracteristică fizică a unui obiect este mai uşor de recunoscut dacă ea este plasată în contextul reprezentării unui obiect decât dacă e prezentată ca element al unui obiect imposibil sau e prezentată independent. Într-o cercetare experimentală citată frecvent, Weistein şi Harris (1974) au solicitat subiecţilor să identifice prezenţa unor trăsături - segmente de dreaptă orientate oblic, poziţionate diferit faţă de un punct fix. Aceste trăsături erau prezentate în trei ipostaze: (a) ca părţi componente ale unui obiect posibil; (b) incluse în combinaţii care nu reprezentau obiecte posibile; (c) independent (vezi figura 2.41).

Rezultatele experimentului confirmă superioritatea performanţelor obţinute în situaţii care fac posibilă declanşarea procesărilor descendente. Prin analogie cu efectul superiorităţii cuvântului (*word superiority effect*), aceste rezultate au consfinţit efectul superiorităţii obiectului (*object superiority effect*).

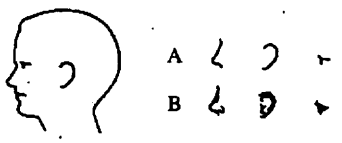
Fig. 2.41. *Exemple de stimuli prezentaţi în experimentul Weistein şi Harris (1974)* Dacă se ia ca referinţă precizia identificărilor obţinute în cazul (a), atunci performanţele scad cu 5,15% pentru ipostaza (b) şi cu 13,15% pentru ipostaza (c).



2.3.4.3. Procesări descendente în cazul recunoaşterii scenelor şi feţelor umane

Cunoştinţele de care dispunem, prin iniţierea unor procesări descendente, sunt responsabile şi de recunoaşterea mai rapidă a *elementelor* unor feţe umane *în contextul feţelor* respective decât dacă aceste elemente sunt prezentate independent. Palmer (1975) a prezentat părţi ale unei feţe umane asociate cu prezentarea integrală a acesteia din urmă. Recunoaşterea lor s-a făcut cu uşurinţă, într-un timp foarte scurt (figura 2.42.A). Aceleaşi elemente, prezentate însă independent, aveau nevoie de o reprezentare mult mai detaliată pentru a putea permite recunoaşterea lor (figura 2.42.B).

Fig. 2.42. *Recunoaşterea elementelor unei feţe umane*: (A) *în context*; (B) *independent*.



Aceleaşi caracteristici ale feţei (nasul, urechea, buzele) sunt recunoscute cu uşurinţă în contextul feţei umane, dar numai când sunt prezentate independent.

În fine, experienţa noastră difuză cu obiectele din mediul în care trăim îşi pune amprenta asupra modului în care recunoaştem şi procesăm scenele sau situaţiile statice. În mod obişnuit, obiectele dintr-o scenă nu formează o aglomerare haotică, ci sunt organizate după anumite regularităţi. Aceste regularităţi specifică sinteza scenei respective - modul de organizare sau combinare a obiectelor în interiorul scenei. În acelaşi timp, scena are o semnificaţie: ea reprezintă o stradă, un pasaj, o staţie de metrou sau un stadion etc. Regularităţile care guvernează semnificaţiile scenelor formează *semantica scenei*. Biederman şi colab. (1982) susţin că

regularităţile sintactice şi semantice sunt în număr limitat. Ele sunt dobândite de individ în decursul ontogenezei pe baza unei învăţări implicite, neintenţionate şi acţionează ca nişte constrângeri în identificarea scenelor. Toate au o formulare probabilistică, fiind generalizări difuze ale experienţei cotidiene proprii. Principalele regularităţi vizează:

a) *suportul fizic al obiectelor*; de regulă, obiectele din univers au un suport, sunt aşezate pe ceva; zborul lor, atunci când există, e o situaţie vremelnică. Un obiect e recunoscut mai rapid dacă e aşezat pe un suport, decât dacă e suspendat.

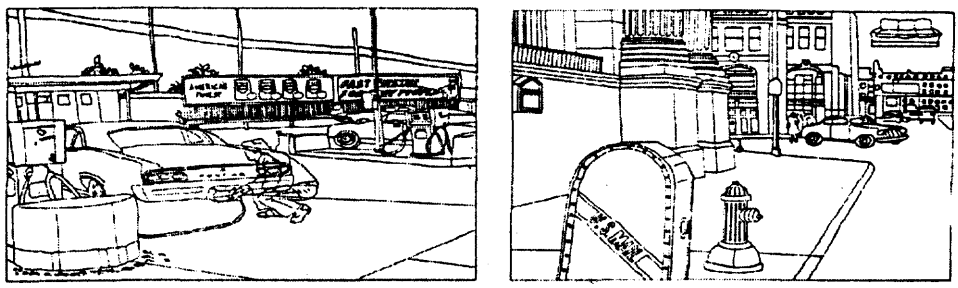
b) *interpoziţia (ocluzarea reciprocă)*; majoritatea obiectelor sunt opace, astfel încât un obiect ocluzează parţial sau total obiectele situate în spatele său (din punctul de vedere al observatorului). Recunoaşterea unui obiect este îngreunată dacă el nu ocluzează obiectele din spatele său.

c) *probabilitatea ocurenţei*; de regulă, obiectele apar cu o probabilitate mai mare într-un anumit context. Recunoaştem mai rapid un obiect dacă e prezentat în contextul său specific decât într-un mediu nespecific.

d) *poziţia obiectelor*; chiar dacă apar într-un context, de regulă obiectele au o anumită poziţie, obişnuită. Obiectele prezentate în poziţii neuzuale, inedite, sunt mai greu de recunoscut.

e) *mărimea relativă a obiectelor*; de regulă, orice obiect are o anumită mărime cu care suntem obişnuiţi sau familiarizaţi. Aşadar, dacă aceste generalizări difuze ale experienţei noastre cotidiene, organizate ca nişte „cunoştinţe tacite" sunt încălcate, recunoaşterea obiectelor este îngreunată. De pildă, avem dificultăţi în a recunoaşte un fotoliu zburător (încălcarea constrângerii suportului), a unui capac transparent (încălcarea interpoziţiei). De asemenea, recunoaştem cu dificultate o vacă lângă pian (probabilitatea ocurenţei), pe profesorul de psihologie mergând în mâini prin universitate (poziţia) sau un şoarece de mărimea unui elefant (mărimea). O ilustrare a acestor regularităţi e prezentată în figura 2.43.

Fig. 2.43. *Stimuli utilizaţi de Biederman şi colab. (1982) pentru a dovedi impactul constrângerilor asupra recunoaşterii*: a) încălcarea interpoziţiei; b) încălcarea suportului, mărimii şi probabilităţii de ocurenţă.



a) b)

Violarea cunoştinţelor tacite nu duce numai la sporirea timpului de reacţie necesar pentru recunoaşterea scenelor, ci adesea provoacă surpriză şi efecte comice. Să ne închipuim, de pildă, un şoarece cât un motan căutând să se ascundă de un motan cât un şoricel, sau că cel mai sever profesor pe care-l cunoaştem a devenit transparent, umblă în mâini prin mijloacele de transport în comun, după care, brusc, se ridică la cer.

2.3.5. Modelarea neoconexionistă a recunoaşterii

Recunoaşterea patternurilor - figurale sau obiectuale - este domeniul în care modelele neuromimetice au avut cel mai mare succes. De altfel, în acest domeniu s-au făcut dintru început primele încercări de modelare conexionistă, perceptronul lui Rosenblatt încercând tocmai modelarea recunoaşterii într-o reţea binivelară. Ulterior, în 1981, McClelland şi Rumelhart reuşesc primul model de recunoaştere a grafemelor, modelul IAM, utilizând o reţea multinivelară şi regula retropropagării erorii. Actualmente, asistăm la o diversificare exponenţială a modelărilor neoconexioniste ale recunoaşterii. O abordare exhaustivă a problemei fiind peste puterile noastre, ne rezumăm la prezentarea a două exemple de modelare, cu speranţa că ele vor constitui un imbold pentru cei interesaţi. Pentru o abordare mult mai amănunţită, facem trimitere la McClelland şi Rumelhart (1988).

2.3.5.1. Recunoaşterea în reţele binivelare

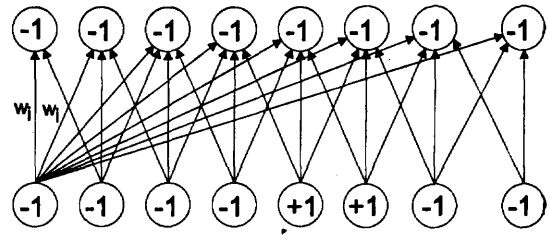
O reţea binivelară, cu unităţi input şi unităţi output, utilizând regula de învăţare delta, poate modela recunoaşterea patternurilor vizuale. De exemplu, ea poate fi utilizată pentru asocierea unei etichete lingvistice la un grup de exemplare aparţinând aceleiaşi clase de obiecte. Singura condiţie vizează respectarea celor două constrângeri de funcţionare a reţelelor binivelare: (a) patternurile de inputuri să fie *liniar independente* (= să nu poată fi derivate unele din altele printr-o combinaţie liniară); (b) perechile input-output să fie *liniar separabile* (= să existe cel puţin o mulţime de valori ale ponderii conexiunilor pe baza cărora să se poată produce outputul dezirabil din orice input).

Pentru ilustrare, am folosit o reţea binivelară, unidirecţională, cu câte opt unităţi input şi output. Fiecare dintre unităţile de intrare este asociată cu fiecare dintre unităţile de ieşire. Calculul netinputului unităţii output se face după formula:

$$a_u = \text{netimp}_u = \Sigma w_{ui} \cdot a_i$$

Reprezentarea grafică a acestei reţele e prezentată în figura 2.44.

Fig. 2.44. *Reţea binivelară utilizată în recunoaşterea patternurilor* (inputul şi outputul dezirabil pentru cazul A). Din dorinţa de simplificare, este reprezentată grafic numai o parte a relaţiilor dintre cele două tipuri de unităţi.



O astfel de reţea poate fi calculată pe baza programului *p.a.* (*pattern associator*) prezentat de McClelland şi Rumelhart, 1988, cap. 4. Rata învăţării este de 0,0125. Să presupunem deci că avem patru *cazuri* sau inputuri. Un caz este o mulţime a valorilor de activare a unităţilor input. De pildă, mai întâi reţeaua primeşte inputul A[-1-1-1-1+1+1-1-1], apoi inputul B[-1-1+1+1+1+1-1-1-1] ş.a.m.d. Celor patru tipuri de input sau cazuri le corespund patru tipuri de outputuri dezirabile.

Tabelul 2.1. *Tipuri de input şi outputurile corespunzătoare pentru o reţea binivelară*

Cazuri	Input								Output							
A	-1	-1	-1	-1	+1	+1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
B	-1	-1	-1	-1	+1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	+1	+1	+1	+1
C	-1	+1	+1	+1	-1	+1	-1	-1	-1	+1	-1	+1	-1	+1	-1	+1
D	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	-1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1

Se poate observa că atât inputul, cât şi outputul dezirabil au fost reprezentate distribuit pe cele opt unităţi ale fiecărui nivel. Fiecare unitate poate lua două valori, +1 şi -1, adică valoarea de activare este definită pe mulţimea [-1, +1].

Ca să facem mai intuitiv acest exemplu, să ne închipuim că A, B, C şi D reprezintă diverse obiecte: A = pălărie; B = mănuşi; C = baston; D = lulea. Fiecare dintre aceste obiecte este analizat pe baza a opt proprietăţi sau trăsături fizice, vizibile. Fiecare unitate de intrare codează o singură trăsătură. Dacă un obiect posedă trăsătura respectivă, unitatea corespunzătoare va avea valoarea +1; dacă nu o posedă, va avea valoarea -1. Cele patru obiecte fiind diferite, şi patternurile lor corespunzătoare, care le reprezintă distribuit pe cele opt unităţi de intrare, sunt diferite.

Dacă dorim ca reţeaua respectivă să recunoască aceste obiecte, atunci trebuie să stabilim outputuri dezirabile diferite. Să zicem că aceste outputuri sunt cuvintele: pălărie, mănuşi, baston, lulea. Deci, această reţea recunoaşte obiectul pălărie dacă poate produce numele de pălărie când unităţile input recepţionează combinaţia de trăsături fizice specifice pentru obiectul numit pălărie ş.a.m.d. Outputurile dezirabile - cele patru cuvinte diferite corespunzătoare celor patru obiecte diferite - pot fi şi ele analizate pe trăsături şi reprezentate distribuit pe cele opt unităţi de ieşire.

În faza de învăţare, reţeaua primeşte în bloc cele patru inputuri şi outputuri dezirabile. (Dacă s-ar învăţa fiecare asociere input-output în parte, în momente diferite, recunoaşterea n-ar fi posibilă, deoarece învăţarea altei asociaţii input-output ar deteriora ponderarea conexiunilor care au dus la recunoaşterea patternului anterior.) La fiecare prezentare a inputurilor, reţeaua va produce un anumit output. Va compara acest output cu outputul dezirabil şi, pe baza regulii delta, va modifica ponderea conexiunilor pentru a micşora diferenţa. În acest fel se va încheia o iteraţie sau epocă, o nouă prezentare a inputului, în condiţiile reponderării conexiunilor, va

determina un nou output ş.a.m.d. Prin aplicări repetate ale regulii delta se reduce eroarea, adică diferenţa dintre outputul dezirabil şi outputul actual.

În mediul natural, diferitele instanţe ale aceluiaşi stimul nu sunt absolut identice; apar anumite diferenţe unele faţă de altele şi faţă de un exemplar tipic numit *prototip*. Vom numi inputurile prezentate în tabelul 2.1 *inputuri prototip*. Vom construi o a doua clasă de inputuri, care să varieze cu $\pm 0,5$ faţă de valorile iniţiale (această mărime a variaţiei a fost selectată de noi într-un mod relativ arbitrar). Corespunzător, vom admite abateri de la outputul dezirabil, cu aceeaşi mărime $\pm 0,5$. Astfel, în locul inputului prototip şi al outputului dezirabil, când diferenţa dintre outputul real şi cel dezirabil e mică, se pot introduce inputuri şi outputuri dezirabile cu variaţii de maxim $\pm 0,5$. După 50 de epoci se obţine o abatere redusă faţă de outputul dezirabil, atât la prezentarea inputului prototip, cât şi la prezentarea inputurilor neprototipice. Tabelul 2.2 prezintă valorile input şi output pentru ambele situaţii.

Tabelul 2.2. *Comportamentul reţelei la a cincizecea epocă*:
I – în cazul inputurilor prototip; II – în cazul inputurilor atipice.

	Cazuri	niveluri/ unităţi	1	2	3	4	5	6	7	8
I	A	Input	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	1,00	1,00	-1,00	-1,00
		Output	-1,12	-0,98	-1,02	-0,92	-1,10	-0,84	-0,94	-1,06
	B	Input	-1,00	-1,00	1,00	1,00	1,00	-1,00	-1,00	-1,00
		Output	-0,99	-1,06	-0,98	-0,96	0,91	0,94	0,99	0,88
	C	Input	-1,00	1,00	1,00	1,00	-1,00	1,00	-1,00	1,00
		Output	-0,91	0,96	-0,87	1,05	-0,84	1,06	-0,90	0,92
	D	Input	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
		Output	0,99	0,94	1,05	1,07	0,93	1,03	0,92	1,15

	Cazuri	niveluri/ unităţi	1	2	3	4	5	6	7	8
II	A'	Input	-0,76	-0,51	-0,82	-1,11	1,47	0,82	-0,83	-0,90
		Output	-0,81	-0,90	-0,71	-0,83	-0,77	-0,72	-0,62	-0,89
	B'	Input	-1,00	-0,54	1,34	0,63	0,98	-0,59	-1,24	-0,81
		Output	-1,06	-0,81	-1,03	-0,68	0,63	1,00	0,70	0,88
	C'	Input	-1,18	0,62	1,20	0,87	-1,21	1,38	-1,02	1,48
		Output	-1,07	1,11	-1,01	1,22	-1,12	1,10	-1,18	0,92
	D'	Input	1,42	1,44	0,64	1,31	0,72	1,24	1,03	1,19
		Output	1,20	1,28	1,25	1,39	0,81	1,00	0,77	1,15

Se poate observa că outputurile reale după a cincizecea epocă se apropie foarte mult de outputurile dezirabile, variaţiile lor înscriindu-se în limitele prestabilite de $\pm 0,5$. În acest moment putem socoti că faza de învăţare a reţelei s-a încheiat. De

regulă, prima fază se consideră fi :alizată fie dacă reţeaua ajunge la un *minim local* – adică eroarea nu se reduce semnificativ o dată cu sporirea epocilor –, fie la decizia experimentatorului, care e satisfăcut de mărimea erorii.

Pentru a verifica eficienţa învăţării, reducerea erorii până la o valoare minimă nu este suficientă. E necesară testarea ei cu alte inputuri decât cele care au fost folosite în faza de antrenament, dar din aceeaşi clasă sau categorie. Am construit, aşadar, o clasă de inputuri A, B, C, D rezultate din schimbarea semnului valorii de activare la una sau mai multe unităţi. Continuând analogia, ar însemna că apar exemplare care nu posedă anumite proprietăţi pe care le au inputurile iniţiale (sau invers). Patternul de activare al reţelei este prezentat în tabelul 2.3.

Tabelul 2.3. *Testarea reţelei iniţiale*

Cazuri	unităţi/ niveluri	1	2	3	4	5	6	7	8
A"	Input	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	1,00	-1,00	-1,00	-1,00
	Output	-0,86	-1,39	-0,85	-1,41	-0,26	-0,78	-0,16	-0,89
B"	Input	-1,00	-1,00	-1,00	1,00	1,00	-1,00	-1,00	-1,00
	Output	-0,98	-1,24	-0,96	-1,22	0,30	0,06	0,39	-0,03
C"	Input	-1,00	-1,00	1,00	1,00	-1,00	1,00	-1,00	1,00
	Output	-1,20	-0,38	-1,14	0,49	-0,74	0,87	-0,75	0,68
D"	Input	-1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	Output	0,13	0,75	0,21	0,85	0,38	1,18	0,41	1,15

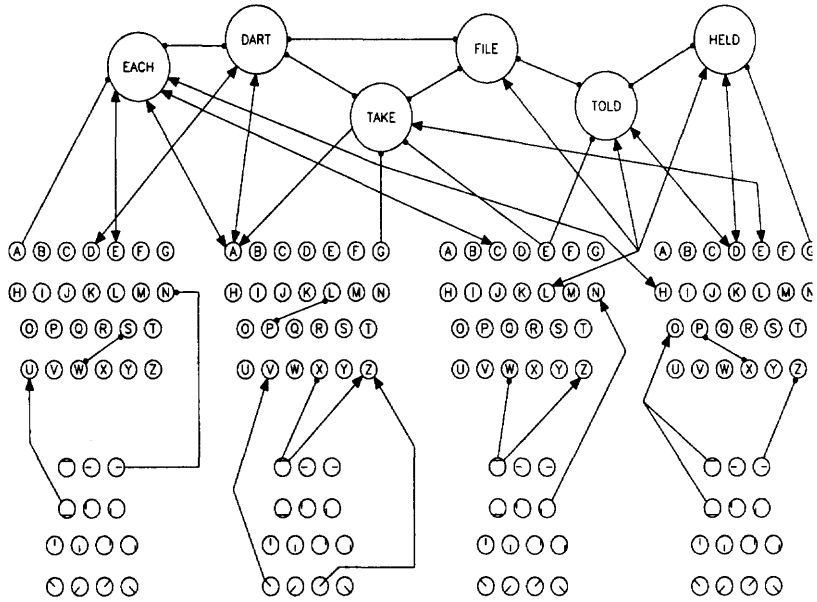
Se poate observa că marja de eroare se înscrie între $\pm 0,5$, ceea ce înseamnă că reţeaua poate recunoaşte exemplare diferite ale aceleiaşi clase. Într-o singură situaţie – notată cu cifre îngroşate – valoarea de activare a unităţii de ieşire, numărul 8, nu are acelaşi semn cu valoarea outputului dezirabil.

Experimentatorul poate decide să îmbunătăţească performanţele reţelei, reîncepând o nouă fază de învăţare. De asemenea, se pot introduce modificări în modul de activare a reţelei, pentru a reduce diversitatea valorilor output. De pildă, în locul unei funcţii liniare de activare, în care orice modificare a valorii inputului e resimţită de valoarea de activare a outputului, se poate introduce *o funcţie de activare cu prag sau sigmoidă* care să permită modificări ale valorii outputului doar dacă mărimea variaţiei valorii de activare depăşeşte un anumit prag. De exemplu, variaţiile mai mici de $\pm 0,25$ să nu schimbe valoarea de activare a unităţilor de ieşire. Îmbunătăţirea performanţelor reţelei date se poate face şi prin selecţionarea unei alte rate a învăţării sau modificarea regulii de învăţare. Oricum, testul cel mai acid al eficienţei modelării neuromimetice a recunoaşterii îl constituie comportamentul său în situaţia de recunoaştere a unor stimuli inediţi, neprezentaţi în faza de învăţare.

2.3.5.2. Recunoaşterea în reţele multinivelare

Performanţele reţelelor neuromimetice în realizarea recunoaşterii cresc în condiţiile sporirii numărului de niveluri, în speţă prin introducerea unităţilor ascunse. O astfel de reţea, cu un nivel de unităţi ascunse, a fost utilizată de McClelland şi Rumelhart (1981) pentru a recunoaşte grafemele latine şi cuvinte formate din maximum patru litere. Primul nivel al reţelei e format din unităţi care codează trăsăturile fizice ale literelor în număr de 14. Al doilea nivel (unităţile ascunse) - grafemele (26), iar al treilea nivel - cuvintele (formate din patru litere = 1.179). Între unităţi de niveluri diferite se stabilesc relaţii excitative; între unităţile aceluiaşi nivel relaţiile sunt inhibitive. Arhitectura generală a modelului e prezentată în figura 2.45.

Fig. 2.45. *Arhitectura generală a modelului IAM*
Săgeţile denotă conexiuni excitative; segmentele mărginite de puncte negre - relaţii inhibitive. Numai o parte din relaţii sunt figurate aici.



Reţeaua fiind construită pentru recunoaşterea cuvintelor formate din patru caractere, s-au realizat patru grupări ale unităţilor input (= trăsături) şi ale unităţilor ascunse (= litere), corespunzător celor patru poziţii posibile pe care le poate ocupa un grafem în cadrul unui cuvânt. Fiecare unitate input este conectată excitativ cu fiecare literă care conţine trăsătura fizică reprezentată de respectiva unitate şi inhibitiv cu toate literele ce nu conţin această caracteristică. În mod similar, unităţile ascunse sunt conectate excitativ cu toate cuvintele care conţin respectiva literă pe poziţia corespunzătoare şi inhibitiv cu toate celelalte unităţi-cuvinte. Conexiunile

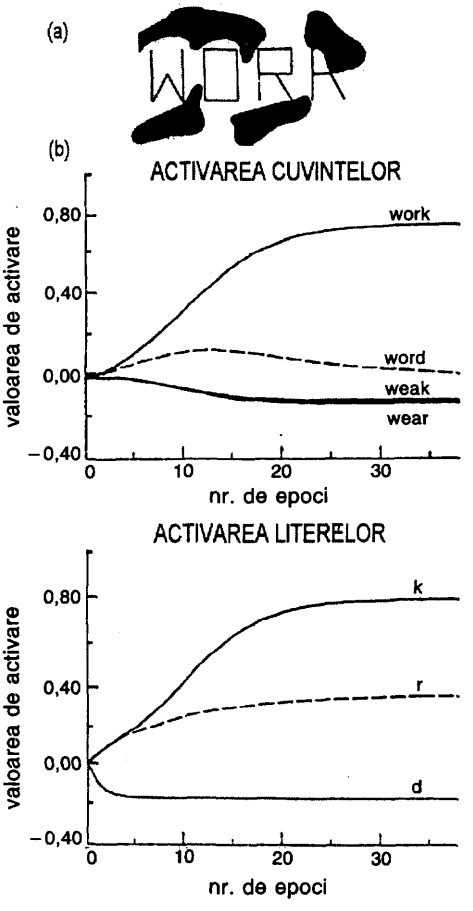
sunt bidirecţionale : unităţile-cuvinte sunt excitativ conectate cu toate unităţile litere care intră în componenţa cuvântului respectiv. Simularea recunoaşterii unui cuvânt pe baza acestei reţele se poate face utilizând programul **ia** (*interactive activation*) din McClelland şi Rumelhart (1988, cap. 7). Detalierea ei depăşeşte intenţia acestei cărţi şi ar perturba continuitatea discursului şi aşa destul de complicat. Am avut intenţia doar de a oferi o idee generală despre modul de funţionare a reţelei, prezentarea ei în detaliu făcând obiectul unei culegeri de lucrări practice aflate pe masa noastră de lucru.

Modelul IAM poate simula efectul superiorităţii cuvântului - unul dintre exemplele clasice de procesare descendentă, menţionată anterior.

Să presupunem stimulul vizual prezentat în figura 2.46.a.

Detectorii de trăsături vor activa grafemele W, O, R. Ultimul grafem este incomplet. Activarea secvenţei WOR va declanşa un proces de analiză descendentă. Date fiind caracteristicile fizice percepute ale celui de-al patrulea grafem, pe baza cunoştinţelor de limbă engleză şi despre caracterele latine, se generează o mulţime de ipoteze : (1) h_1 : „al patrulea caracter e K" ; (2) h_2 : „al patrulea caracter e R" ; (3) h_3 : „al patrulea grafem nu este o literă" ; (4) h_4 : „al patrulea grafem e D". Conjugarea datelor analizei ascendente cu procesările descendente determină, la un moment dat, o activare mai ridicată a cuvântului „WORK" (figura 2.46.b) care se propagă descendent la nivelul literelor, sporind valoarea de activare a literei „K" faţă de ceilalţi candidaţi : „R" sau „D". Recunoaşterea e realizată mai rapid scufundând grafemul incomplet într-un cuvânt decât dacă ar fi fost prezentat separat. Pe scurt, modelul IAM se validează prin reproducerea unor date experimentale existente.

Fig. 2.46. *Procesări descendente simulate de IAM* : a) stimul lexical ambiguu, datorită ocluzării ultimului grafem ; b) valorile de activare ale candidaţilor la completarea lexemului.



2.4. Sumar

Informaţia vizuală este prelucrată în două stadii. În prima fază (= prelucrarea primară), caracteristicile fizice ale stimulului sunt procesate în paralel, de mai multe mecanisme modulare. Din schiţa primară sunt extrase contururile, textura, deplasarea, poziţia, forma, adâncimea şi culoarea. Outputul lor este o imagine intermediară a stimulului, dependentă de punctul de vedere al subiectului (= schiţa $2^{1/2}$ D). Caracteristicile nonaccidentale ale schiţei inermediare şi gruparea după principii gestaltiste a stimulilor iniţiază a doua etapă a procesărilor vizuale. Ea are ca rezultat recunoaşterea obiectului pe baza construirii imaginii sale integrale, 3 D. Diversitatea stimulilor complecşi este redusă prin descompunerea lor în geoni. Geonii rezultă din segmentarea (automată) a obiectelor în zonele de maximă concavitate locală. Orice obiect poate fi descris prin geonii componenţi şi relaţiile lor reciproce. În faza de recunoaştere, analiza ascendentă este dublată de analiza descendentă a stimulului.

Reţelele neuromimetice pot modela (măcar o parte din) procesările implicate în recunoaşterea stimulului. Ele pot asigura interfaţa dintre modelele computaţionale şi datele din neurobiologie, fiind compatibile cu ambele categorii de rezultate. Există totuşi o mulţime de probleme, semnalate pe parcursul lucrării, de rezolvarea cărora depinde evoluţia ulterioară a cercetărilor. Rezultatele teoretico-experimentale din acest domeniu au importante aplicaţii tehnologice. Pe baza lor s-au construit sisteme inteligente capabile să extragă contururile, să discrimineze stimulii din mediu, să calculeze adâncimea în spaţiu etc.

Capitolul 3

ATENŢIA VIZUALĂ

3.1. Introducere

Omul trăieşte într-un mediu hipercomplex, populat cu obiecte şi forme de o mare varietate. Adesea, acest mediu evoluează impredictibil, generând situaţii critice. Dacă subiectul uman nu ia decizii adaptative rapide, poate pierde definitiv şansa unui răspuns adecvat. În faţa acestor solicitări, fiinţa umană – ca şi alte vieţuitoare infraumane – dispune de un sistem cognitiv cu o capacitate finită, limitată de procesare a informaţiei. După unele calcule, se pare că analizatorii sunt bombardaţi cu un volum de informaţii de peste 100.000 biţi/secundă, pe când capacitatea de procesare conştientă a acestei informaţii se situează în jurul valorilor de 25-100 biţi/ secundă. Din conjuncţia celor două aspecte reale: un mediu hipercomplex şi o capacitate limitată de procesare a informaţiei, apare necesitatea ecologică şi logică a unor procesări selective ale informaţiilor din mediu. Cu alte cuvinte, din mulţimea stimulilor cu care este confruntat, sistemul cognitiv selecţionează doar acei stimuli care au o valoare motivaţională sau adaptativă semnificativă, supunându-i unor prelucrări ulterioare. Mecanismele psiho-fiziologice implicate în aceste selecţii au fost etichetate cu numele de atenţie. Dacă o fiinţă ar dispune de o capacitate infinită de procesare a informaţiei – cum ar fi Dumnezeu, de pildă –, atunci, chiar în condiţiile hipercomplexităţii mediului, selectivitatea procesării ar fi superfluă. Invers, dacă un sistem cognitiv cu suficiente resurse ar exista într-un mediu artificial, sărac, o microlume populată doar cu câteva obiecte simple, oportunitatea unor mecanisme atenţionale ar fi iarăşi nejustificată (vezi însă 3.4). De altfel, cel puţin până în prezent, specialiştii în IA concentraţi pe construcţia de sisteme inteligente care funcţionează în microlumi sau medii strict standardizate şi care primesc informaţia gata selectată şi codată de către subiectul uman au arătat puţin interes pentru problemele atenţiei. Ca atare, cele mai importante contribuţii la elucidarea acestor probleme au venit din partea psihologiei şi a neuroştiinţelor.

Pe lângă aceste constrângeri generale, valabile pentru procesarea informaţiei din orice modalitate senzorială, mecanismele atenţiei vizuale sunt reclamate din alte două cerinţe.

Mai întâi, atenţia vizuală e necesară pentru orientarea sacadelor oculare. După cum se ştie, la nivelul procesărilor periferice, numai zona foveală are capacitatea de a surprinde detaliile fine ale stimulilor vizuali. Zona foveală însă are dimensiuni

reduse, ca atare discriminarea detaliilor fine ale stimulilor vizuali trebuie suplinită prin sacade oculare. Aceste sacade nu sunt însă aleatorii, ci orientate de factori motivaţionali. Ne mişcăm privirea în funcţie de zonele de interes (Preda, 1988). Aşadar, atenţia - procesarea selectivă a stimulilor vizuali - determină mişcările oculare. Procesarea selectivă este o cauză, nu un efect al mişcărilor oculare. De aici relevanţa înregistrării mişcărilor oculare în rezolvarea de probleme. În mod normal, se realizează 3-4 sacade/secundă. Timpul necesar unei sacade este de aproximativ 10 milisecunde. Rezultă că majoritatea timpului este dedicată pentru fixarea anumitor detalii ale stimulului.

Al doilea motiv vizează posibilitatea procesării informaţiilor parafoveale prin comutarea atenţiei în condiţii de fixare (imobilitate) a privirii. Acest lucru a fost pus în evidenţă printr-o serie de experimente efectuate de Sperling (1960), Reeves şi Sperling (1986). Într-unul din aceste experimente (Reeves şi Sperling, 1986), subiecţii erau solicitaţi să-şi fixeze privirea într-un anumit punct de pe display. O serie de litere erau prezentate în stânga acestui punct de fixaţie, în imediata vecinătate. Frecvenţa acestor prezentări varia între 4,6-13,4 litere pe secundă. Subiecţii erau apoi solicitaţi ca, fără să-şi comute privirea, să ofere relatări despre câţiva itemi (litere sau numere) prezentaţi, de această dată, în partea dreaptă a punctului de fixaţie. După aproximativ 200 milisecunde, timp necesar pentru comutarea atenţiei, adică selecţia unor stimuli care erau prelucraţi, diferiţi de cei dintâi, subiecţii puteau relata despre itemii prezentaţi în partea dreaptă a punctului de fixare a privirii, în condiţiile în care aceasta rămânea fixă. Aşadar, comutând atenţia în condiţiile imobilităţii privirii, putem prelucra şi alţi stimuli decât cei din zona foveală. Moran şi Desimore (1985) au descoperit posibilul substrat fiziologic al acestui fenomen. Anterior, ei puseseră în evidenţă existenţa unor detectori de trăsături (2.12) în cortextul vizual, aria V4 la maimuţă. Apoi, maimuţele din lotul experimental au fost învăţate să-şi fixeze atenţia (= să proceseze selectiv informaţia doar dintr-un anumit punct, ignorând orice alt stimul din câmpul vizual). De fiecare dată când un anumit stimul (ex. : o bară verticală) apărea în zona de fixare a atenţiei, se înregistra o intensă descărcare a detectorului de trăsături corespunzătoare. Când însă acelaşi stimul apărea în aceeaşi poziţie pe retină, dar atenţia maimuţei era fixată într-o altă locaţie, nu se constata nici o activitate bioelectrică în zona detectorului respectiv. Deci neuronul în cauză detecta stimulul doar dacă intra în câmpul atenţiei sale. Simpla prezenţă a stimulului într-o regiune retinală nu era suficientă pentru detectarea sa. Cu alte cuvinte, *anumiţi* detectori de trăsături se activează doar dacă se recurge la o procesare specială, selectivă a trăsăturii respective. Amorsarea detectorilor de trăsături de către diverşi factori motivaţionali sau procese de analiză descendentă face posibilă procesarea informaţiei, în absenţa comutării privirii. Aceste rezultate nu trebuie să ne ducă la concluzia eronată că activitatea tuturor detectorilor de trăsături ar fi determinată de mecanisme atenţionale (vezi 2.1.2). Aşa cum am arătat, în cea mai mare parte activitatea detectorilor de trăsături este automată, precablată. Doar o mică parte a lor cade sub incidenţa mecanismelor atenţionale. Într-o experienţă clasică, Hubel şi colab. (1959) au arătat că doar 10%

din neuronii implicaţi în detectarea sunetelor de către pisică (= detectori de trăsături pentru stimuli auditivi) sunt amorsaţi de mecanisme atenţionale, restul având o funcţionare automată. Ei au şi fost botezaţi, de altfel, neuroni de atenţie. Deci, există două tipuri de detectori de trăsături: a) preatenţionali (2.1.2); b) atenţionali. Primii sunt implicaţi în procesarea primară a informaţiei vizuale şi sunt mult mai numeroşi decât cei din urmă.

Luate împreună, aceste date arată că prelucrarea selectivă a informaţiei e impusă de caracteristicile mediului şi ale sistemului cognitiv, că această prelucrare orientează comportamente periferice precum sacadele oculare şi că selectarea unor stimuli spre a fi supuşi unor procesări mai elaborate se poate face fără participarea nemijlocită a mecanismelor implicate în prelucrarea primară a informaţiei vizuale. Selectivitatea prelucrării informaţiei are două sensuri: a) selecţia *itemilor* care sunt prelucraţi, izolarea lor de cei ce nu sunt procesaţi; b) selectivitatea *procesărilor* - pentru aceeaşi categorie de itemi, unii dintre ei sunt prelucraţi mai intens, alţii mai superficial. Deci, când vorbim de atenţie ca prelucrare selectivă a informaţiei, ne referim atât la selecţia itemilor, cât şi la gradul (selectiv) de procesare a acestora. Vom proceda la analiza atenţiei, pornind de la nivelul implementaţional, pentru a vedea care sunt constrângerile impuse de structurile neurobiologice modelelor reprezentaţional-algoritmice.

3.2. Neurofiziologia atenţiei

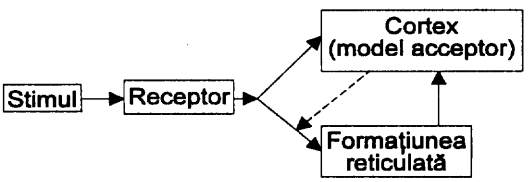
Principala formaţiune implicată în realizarea atenţiei este sistemul reticulat. Formaţiunea reticulată pregăteşte cortexul şi căile senzoriale pentru a răspunde adecvat la un stimul. Lezarea accidentală sau experimentală a acestei formaţiuni duce la comă profundă. Invers, o serie de cercetări experimentale au arătat că stimularea acestei zone duce la trezire în cazul în care animalul (ex.: pisica) sau subiectul uman ce participă la experiment se află în stare de somn. Stimularea formaţiunii reticulate atunci când subiectul se află în stare de veghe duce la apariţia reflexului de orientare. Aşadar, contribuţia formaţiunii reticulate la realizarea atenţiei nu mai poate fi pusă la îndoială. Această formaţiune se află în strânse conexiuni cu cortexul. Pe baza sistemului reticulat activator ascendent, formaţiunea reticulată activează cortexul, făcându-l disponibil pentru recepţionarea şi procesarea semnalelor de la analizatori. Formaţiunea reticulată din trunchiul cerebral generează o reacţie tonică, ce alertează cortexul, în vreme ce proiecţiile talamice ale sistemului reticulat generează o reacţie fazică, implicată în concentrarea şi comutarea atenţiei. La rândul său, cortexul, acţionând descendent, are o acţiune excitatoare sau inhibitoare asupra formaţiunii reticulate.

Stimulii recepţionaţi la nivelul analizatorilor sunt transmişi spre cortex fie direct, prin căile lemniscale, la zonele specifice de proiecţie, fie indirect, colateral, prin medierea formaţiunii reticulate. În funcţie de nivelul de activare indus de sistemul

reticulat, cortexul realizează o procesare selectivă a informaţiei recepţionate de la analizatori. Dacă anumite patternuri de activare receptate de cortex sunt dublate de un nivel de activare adecvat indus de formaţiunea reticulată, atunci procesarea acestor patternuri este prioritară, selectivă. Unităţile de informaţie mai activate sunt selecţionate şi fac obiectul unor procesări ulterioare, mai laborioase. Informaţiile subactivate, insuficient susţinute de sistemul reticulat activator ascendent, sunt ignorate sau slab procesate. Această subactivare se poate datora fie intensităţii reduse a stimulului recepţionat, fie valorii sale motivaţionale reduse, fie unei analize descendente insuficiente. Putem ilustra cele spuse anterior făcând apel la experienţa noastră cotidiană. Un stimul de intensitate redusă sau un stimul care nu prezintă interes pentru noi nu intră în câmpul atenţiei. Tot astfel, dacă în preajma noastră se desfăşoară evenimente despre care nu avem nici cele mai vagi cunoştinţe sau dacă contextul de apariţie e slab structurat, evenimentul respectiv nu ne captează atenţia. De pildă, dacă n-am şti nimic despre funcţia gramaticală a virgulei, atenţia noastră nu s-ar focaliza asupra ei, fiind considerată o simplă pată de culoare sau un parazit tipografic. Or, tocmai datorită funcţiei sale şi/sau a contextului de ocurenţă, ea poate capta întreaga atenţie. Aşadar, cortexul poate activa la rândul său formaţiunea reticulată care susţine insuficient energetic o anumită informaţie, adică un anumit pattern de activare. O dată activată, formaţiunea reticulată susţine activitatea cortexului de prelucrare a mesajului recepţionat.

Relaţiile dintre formaţiunea reticulată şi cortex au fost modelate deja de Sokolov (1963) pentru a explica reflexul de orientare. Reflexul de orientare este un conglomerat de modificări neurofiziologice şi comportamentale care apare când organismul este confruntat cu un stimul nou şi semnificativ din punct de vedere motivaţional. El constă într-o redirecţionare a atenţiei asupra acestui stimul, a locaţiei sale sau a canalului senzorial care l-a receptat. După 10-15 prezentări ale stimulului apare efectul de habituare, intensitatea reflexului de orientare scăzând în intensitate. Pe EEG se înregistrează o activitate semnificativă doar în zona de proiecţie a stimulului respectiv, care dispare şi ea după alte 25-30 de stimulări. Aceste modificări neurofiziologice l-au făcut pe Sokolov să postuleze existenţa unui model acceptor, concretizat, eventual, sub forma unor patternuri de activare specifice, de care dispune cortexul în vederea identificării stimulului. Stimulul, o dată recepţionat, este transmis de receptor direct la cortex în zonele de proiecţie sau indirect, prin canale colaterale, spre formaţiunea reticulată-cortex (vezi figura 3.1).

Fig. 3.1. *Modelul lui Sokolov* (1963)



Dacă stimulul corespunde unui model acceptor din cortex, care permite identificarea sa rapidă, (cvasi)automată, cortexul inhibă căile colaterale de la receptor spre formaţiunea reticulată (= sistemul de *arousal*), care nu mai induce sporirea nivelului de activare în cortex. Dacă însă cortexul nu dispune de un model adecvat pentru un stimul, mesajele sosite de la receptor activează formaţiunea reticulată, care, la rândul său, activează informaţia sosită deja la cortex, ceea ce permite exercitarea unor procesări mai laborioase. Pe plan comportamental şi fenomenologic, aceste fenomene neurofiziologice sunt etichetate ca reflex de orientare. Din propria experienţă ştim că un eveniment neaşteptat ne atrage mai mult atenţia decât unul predictibil sau banal. O dată cu trecerea timpului, multe lucruri sau persoane din universul nostru cotidian încetează să ne mai capteze atenţia. Toate aceste date de observaţie pot fi explicate prin modelul lui Sokolov. Deşi pare speculativ, acest model explică şi prezice o serie de comportamente manifeste şi este în concordanţă cu date neurofiziologice mai recente. Cercetările din neuroştiinţe au arătat că dacă, la un moment dat, într-o succesiune de sunete cu intensitate joasă e inserat un sunet cu intensitate ridicată, potenţialele evocate din zona de proiecţie se modifică brusc, pe durata a câtorva sutimi de secundă. Nu se constată o astfel de modificare la apariţia independentă a stimulului cu intensitatea ridicată respectivă, deci dacă el nu este inclus într-o astfel de succesiune. Aşadar, aceste modificări bioelectrice corespund discrepanţelor dintre stimul şi modelul acceptor existent, nu prezenţei sau absenţei stimulului respectiv. Ipoteza unui model acceptor începe să capete validitate neurofiziologică.

Cum explică un astfel de model atenţia voluntară, adică centrarea atenţiei pe un stimul/mesaj, în mod deliberat, fără o modificare prealabilă a caracteristicilor acestuia care să-l pună în incompatibilitate cu un model acceptor? De pildă, cum se explică faptul că în acest moment atenţia vă este fixată deliberat, intenţionat pe acest text? Deşi modelul lui Sokolov a fost elaborat pentru a explica reflexul de orientare, prin extensie, el poate fi invocat şi pentru a explica atenţia voluntară. Ni se pare plauzibil faptul că, în acest caz, în urma intenţiei de a prelucra în detaliu un anumit stimul (ex.: acest text), cortexul activează formaţiunea reticulată care, la rândul său, prin SRAA (sistemul reticulat activator ascendent), sporeşte nivelul de activare a cortexului; mesajul recepţionat de către cortex este dublat de un nivel de activare mai ridicat. Fiind mai activat decât restul mesajelor receptate în acelaşi moment de către cortex, el face obiectul unor procesări preferenţiale, segregative. Cu cât un mesaj este mai activat, cu atât mai mult sunt inhibate celelalte mesaje, prin mecanismul inhibiţiei laterale. Unităţile informaţionale activate inhibă automat unităţile învecinate. Astfel se realizează o selecţie automată a informaţiei ce urmează a fi procesată detaliat. Dacă suntem consecvenţi cu raţionamentul nostru, atunci ajungem la concluzia că atenţia nu este un proces de selecţie a informaţiilor. Această selecţie se realizează automat. Ca atare, atenţia nu e cauza selecţiei informaţiei, ci este un efect. Este efectul activării unor unităţi informaţionale (în limbaj conexionist, am spune efectul activării unor moduri dintr-o reţea) care inhibă alte unităţi cognitive. Ceea ce numim atenţie este decupajul, pe baza introspecţiei a celor mai activate

unităţi cognitive. Să reţinem, deocamdată, această concluzie rezultată din datele de neurofiziologie, menţionând că, ulterior, vom reveni cu noi precizări.

Formaţiunea reticulată, deşi are rolul esenţial în procesualitatea atenţiei, nu este singura zonă implicată în acest fenomen. O serie de cercetări mai noi au scos în evidenţă caracterul distribuit al atenţiei, faptul că la realizarea ei participă, în momente diferite, zone cerebrale diferite. Utilizând tehnica înregistrării fluxului sangvin local, Roland şi Friberg (1985) au relevat participarea unor zone corticale diferite în faza de pregătire şi în cea de execuţie a unei sarcini atenţionale. Utilizând aceeaşi tehnică, Posner şi colaboratorii (1988) au solicitat subiecţilor să detecteze un anumit stimul pe un display şi apoi să-i urmărească mişcarea. S-a constatat că în detecţia ţintei este implicat cortexul cingulat anterior, iar în urmărirea ţintei – comutarea atenţiei –, cortexul cingulat posterior şi formaţiunea reticulată din creierul mijlociu. Una din implicaţiile majore ale acestor cercetări este aceea că atenţia, în speţă cea spaţială, apare ca o funcţie distribuită, la realizarea căreia participă mai multe structuri diferite. Cu alte cuvinte, moduli diferiţi realizează sarcini diferite a ceea ce, la nivel macroscopic, numim atenţie. Analiza componenţială a operaţiilor implicate în realizarea unei sarcini de atenţie se impune de la sine pentru un diagnostic neuropsihologic mai acurat.

O a treia categorie de date care ar putea avea relevanţă deosebită pentru elaborarea unui model al atenţiei are în vedere cercetările de neuropatologie. Este chiar straniu cât de redusă a fost, până acum, ponderea acestor rezultate în modelarea proceselor atenţionale. Lezarea unor regiuni cerebrale care participă la realizarea atenţiei pot determina neglijarea stimulilor dintr-o anumită locaţie. De pildă, pacienţi cu leziunea lobului frontal drept nu-şi pot localiza atenţia asupra stimulilor din partea stângă a câmpului vizual, iar cei cu lobul parietal stâng lezat nu pot conştientiza elementele din câmpul vizual drept. Acest simptom apare în condiţiile menţinerii intacte a analizatorilor. Ei pot ignora nu numai obiecte sau persoane din spaţiul extern, ci şi propriile segmente ale corpului (braţe, picioare etc.). Ceea ce ni se pare important e mai ales faptul că această ignorare selectivă a stimulilor din mediu nu afectează integralitatea obiectelor. Sunt ignorate obiectele în întregime, nu fragmente ale acestora (Volpe, LeDoux, Gazzaniga, 1979). Un astfel de pacient ignoră sau nu telefonul aflat în câmpul său vizual stâng (respectiv drept), nu o jumătate de telefon. Faptul că lezarea zonelor cerebrale implicate în atenţie duce la ignorarea selectivă a obiectelor în integralitatea lor arată că aceste arii nu sunt implicate în formarea imaginii 3D. Procesările primare şi, în mare parte, cele secundare nu sunt controlate atenţional. Atenţia, mecanismele de procesare segregativă a informaţiei se iniţiază după formarea imaginii perceptive (3D) a obiectului.

În fine, cercetările asupra neurochimiei atenţiei au reuşit să pună în evidenţă rolul activator al catecolaminelor şi rolul inhibitor al monoaminooxidei (MAO) (Kulcsar, 1988). Dinamica acestor substanţe este însă incomplet cunoscută. Deşi extrem de interesante, aceste cercetări nu prezintă relevanţă imediată asupra modelării pe care o avem în vedere.

Dincolo de detaliile anatomo-fiziologice, din investigaţiile din neurobiologia atenţiei vom extrage câteva concluzii relevante pentru modelarea nivelurilor computaţional şi reprezentaţional. (1) Nu atenţia selectează itemii sau informaţia care urmează a fi procesată mai laborios, ci o mulţime de procese ascendente (ex. : intensitatea stimulului, frecvenţa sau caracterul său neuzual) şi descendente (ex. : valoarea motivaţional-adaptativă a unei informaţii, relevanţa ei în raport cu baza de cunoştinţe) activează anumite mesaje sau unităţi cognitive. Prin inhibiţie laterală, ele reduc nivelul de activare a mesajelor concurente, intrând în câmpul atenţiei. Aşadar, atenţia nu este o cauză a selecţiei, ci un efect al activării şi inhibiţiei laterale a unor mesaje. Structura neurofiziologică principală implicată în acest proces e sistemul cortico-reticulat. (2) Atenţia nu e realizată de o singură unitate centrală de control. Există mai multe structuri neurobiologice care realizează diverse aspecte ale atenţiei. Aşadar, din punct de vedere neurofiziologic, atenţia nu e un mecanism unitar, ci o mulţime de procese distribuite. (3) Prelucrarea primară a informaţiei vizuale şi o mare parte din procesările secundare sunt preatenţionale. Atenţia operează asupra configuraţiilor complexe ale imaginii 3D deja constituite (vezi deficitul vizual selectiv).

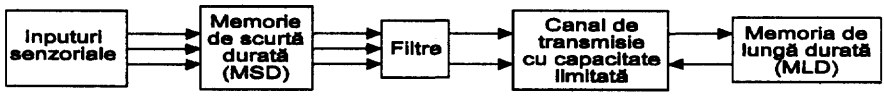
3.3. Modelarea atenţiei

La nivelul algoritmic şi computaţional, problematica atenţiei vizează criteriile pe baza cărora se realizează procesarea selectivă a informaţiei, cum şi unde anume în arhitectura sistemului cognitiv se realizează segregarea informaţiei. În funcţie de răspunsurile la aceste întrebări, s-au conturat trei tipuri de modele: a) modelul filtrajului „timpuriu", care consideră că segregarea procesării informaţiei se realizează la nivel senzorial, filtrându-se informaţiilor stocate în memoria senzorială; b) modelul filtrajului „târziu" - selectivitatea procesării apare abia la nivelul procesărilor superioare, centrale ale informaţiei; c) modelul filtrelor „atenuante" - segregarea apare la mai multe niveluri de procesare a informaţiei. Cu alte cuvinte, mesajul este procesat, prelucrat în mai mică sau mai mare măsură, deci atenuat, în funcţie de capacitatea sistemului cognitiv şi de cerinţele sarcinii.

3.3.1. Modelul filtrajului timpuriu

Prima tentativă de a stabili unde şi cum apare selectivitatea atenţiei s-a concretizat în modelul filtrajului timpuriu, propus de Broandbendt (1958). Supus unor critici severe în ultimul deceniu, corectat sau contestat, acest model continuă să ocupe paginile multor manuale tradiţionale, de aceea îl vom supune unei succinte analize. D. Broandbendt consideră că sistemul cognitiv uman - ca sistem de procesare a informaţiei - poate fi reprezentat schematic conform figurii 3.2.

Fig. 3.2. *Modelul filtrajului timpuriu* (Broandbendt, 1958)



Stimulii sunt recepţionaţi la nivelul analizatorilor. Informaţiile extrase din prelucrarea la nivel senzorial a acestor stimuli sunt stocate într-o memorie de scurtă durată sau senzorială (în modelul iniţial nu apărea distincţia efectuată ulterior între memoria senzorială şi cea de scurtă durată). Capacitatea acestei memorări era considerată practic nelimitată. Selecţia era făcută de mecanismele de filtrare. Informaţiile care trec prin aceste filtre sunt transmise printr-un canal cu capacitate limitată spre memoria de lungă durată. Filtrele sunt, de fapt, mecanisme care blochează procesarea unor informaţii, favorizând prelucrarea preferenţială a altor informaţii. Cu cât această procesare este mai elaborată, cu atât stocarea în memoria de lungă durată este mai persistentă. Câteva remarci merită făcute în legătură cu acest model.

Mai întâi, memoria de scurtă durată este reificată în modelul lui Broandbendt, adică este considerată ca un loc anume în spaţiul psihic, ca o funcţie a unei structuri anatomo-fiziologice specifice. Această viziune este tributară influenţelor dinspre tehnologia computerelor de la acea dată, unde memoria de scurtă durată avea o locaţie precisă la nivel de hardware. O mulţime de investigaţii ulterioare au făcut improbabilă o astfel de ipoteză. Memoria de scurtă durată e, mai degrabă, acea parte din memoria de lungă durată temporar activată. Ea nu este un loc, ci o stare temporară de activare a unităţilor cognitive (6.2).

În al doilea rând, filtrele postulate de Broandbendt operează la nivel senzorial. Criteriile de selecţie a informaţiei relevante/semnificative vizează caracteristicile fizice ale stimulului (de aici denumirea de filtraj timpuriu). Majoritatea datelor experimentale care au stat la baza acestui model provin din experimente de ascultare dihotomică (Chery, 1953). Într-un astfel de experiment, subiecţilor le sunt prezentate concomitent două mesaje auditive diferite, unul la o ureche, altul la cealaltă. Subiecţii sunt solicitaţi să-şi focalizeze atenţia doar pe mesajul recepţionat de una dintre urechi, pe care vor trebui să-l reproducă ulterior cât mai exact posibil. După ascultarea celor două mesaje, subiecţii sunt chestionaţi, contrar instrucţiunilor anterioare, asupra mesajului căruia nu i-au acordat iniţial atenţie. Se constată că, în mod regulat, subiecţii implicaţi în experiment nu-şi reamintesc conţinutul sau semnificaţia acestor mesaje. Această constatare rămâne în vigoare chiar dacă o frază, de pildă, este repetată de 35 de ori (Moray, 1953). În cel mai bun caz, subiecţii pot reţine eventuala prezenţă a numelui propriu inserat în mesajul ignorat sau locaţia sa – adică din ce parte a încăperii se aude mesajul respectiv. Fenomenul a fost comparat adesea cu situaţia pe care o cunoaştem din experienţa cotidiană. De pildă, când, la o petrecere, ascultăm mesajul unui prieten, din mulţimea de mesaje care sunt în mediu recepţionăm, chiar neatenţi fiind, unul în care e inserat numele nostru. De asemenea, subiecţii din grupul experimental au putut să discrimineze

între o secvenţă de sunete fără sens şi o frază cu sens, precum şi dacă mesajul a fost rostit de o voce de femeie sau una de bărbat.

Întrucât experienţele de ascultare dihotomică arătau că din mesajul ignorat (pe care nu se focaliza atenţia) nu se reţin decât caracteristicile fizice, s-a tras concluzia că segregarea procesării informaţiei survine de timpuriu, încă înainte de procesarea semnificaţiei semantice a stimulului. Informaţia selectată este supusă unor procesări (semantice) ulterioare şi intră în memoria de lungă durată, putând fi reamintită ulterior. Informaţia neselecţionată, procesată doar la nivelul caracteristicilor fizice (ex.: intensitatea sau locaţia stimulului), e uitată rapid. Dacă două mesaje diferite rostite de aceeaşi persoană sunt prezentate la aceeaşi ureche, e foarte greu să se discrimineze între ele. Dacă însă ele sunt de intensităţi sau frecvenţe diferite ori dacă sunt rostite de persoane diferite, aflate în locaţii diferite, focalizarea atenţiei asupra unuia din aceste mesaje este mult uşurată. În concluzie, după Broandbendt, selecţia informaţiei se face, la nivelul procesărilor primare ale informaţiei, pe baza unor caracteristici fizice ale stimulului: intensitatea, frecvenţa, locaţia sau modalitatea senzorială.

Spre finele deceniului şapte, o serie de date experimentale au început să contrazică eventualitatea unor filtre timpurii. Norman (1969) întrerupe experimentul de ascultare dihotomică pe la jumătatea timpului de ascultare, cerând subiecţilor să relateze ceea ce au reţinut din mesajul ignorat. În mod surprinzător, se constată că o parte importantă a mesajului ignorat poate fi reamintită fără dificultate. Într-un alt experiment, inteligent conceput, Mc Kay (1973) prezintă la urechea pe care era centrată atenţia subiectului un mesaj ambiguu. Concomitent, la cealaltă ureche sunt prezentaţi diverşi itemi care puteau determina modul în care este interpretat mesajul ambiguu respectiv. Rezultatele obţinute au pus în evidenţă faptul că interpretarea mesajului ambiguu este în funcţie de mesajul concomitent prelucrat automat (= fără mobilizarea atenţiei). De pildă, interpretarea unui mesaj ambiguu ca „George se apropie de bancă" este în funcţie de mesajul recepţionat de cealaltă ureche, „şcoală" sau „cec"[1]. Mesajele recepţionate inconştient determină interpretarea conştientă pe care o dăm unor mesaje ambigue. Mesajele subconştiente se resimt în semnificaţia pe care o acordăm unor mesaje conştiente ambigue, recepţionate concomitent.

În fine, un alt experiment care merită menţionat în acest context a fost efectuat de câţiva proaspeţi absolvenţi de la Oxford, Gray şi Wedderburn (1960). Într-un experiment de ascultare dihotomică, ei au prezentat subiecţilor un mesaj cu sens la urechea asupra căreia trebuiau să-şi concentreze atenţia, care era imediat urmat de un mesaj fără sens la aceeaşi ureche. În acelaşi moment însă, la urechea ignorată era prezentat un mesaj cu sens, care continua mesajul de la prima ureche. În ciuda instrucţiunilor date subiecţilor de a-şi focaliza atenţia exclusiv asupra unei singure urechi, subiecţii relatează ulterior mesaje hibride, rezultate din combinarea mesajelor cu sens de la ambele urechi. De pildă, dacă la urechea pe care se centrează atenţia

1. Mc Kay (1973) utilizează alte mesaje ambigue, a căror traducere ar fi fost inadecvată pentru a ilustra ideea de bază a experimentului.

subiectul recepţionează: „Soarele străluceşte pe cer" + „mesaj fără sens", iar la urechea cealaltă se înregistrează un „mesaj fără sens" + „într-o zi senină de vară", ulterior, subiecţii pretind că au recepţionat la urechea dominantă, adică cea la care şi-au focalizat atenţia, mesajul: „Soarele străluceşte pe cer într-o zi senină de vară".

Luate împreună, toate aceste date experimentale duc la concluzia că mesajele la care nu suntem atenţi pot fi procesate cel puţin parţial şi sub aspect semantic, fiind apoi stocate în memoria de lungă durată. Altfel spus, există o prelucrare semantică inconştientă a informaţiei. Această convingere e întărită de rezultatele experimentale obţinute de Wright şi colab. (1975). În prima parte a experimentului, de fiecare dată când subiecţilor li se prezenta un anumit cuvânt, acesta era asociat cu un şoc electric de intensitate redusă. Ulterior, acest cuvânt era inserat într-un mesaj (mesaj non--dominant) pe care subiecţii trebuiau să-l ignore, atenţia lor fiind focalizată pe un alt stimul. Deşi nu puteau conştientiza prezenţa cuvântului respectiv în mesajul non--dominant, de fiecare dată când acesta apărea, se constata o modificare semnificativă a reacţiei galvanice a pielii – umezirea palmei indicând un răspuns emoţional.

Dacă se pot prelucra la nivel semantic şi mesajele care au fost ignorate, care au ieşit din sfera atenţiei noastre, atunci înseamnă că mecanismele atenţiei selective (filtrele) operează într-o etapă mai târzie a procesării informaţiei. Segregarea procesării apare după ce s-au prelucrat (parţial) caracteristicile semantice ale stimulului.

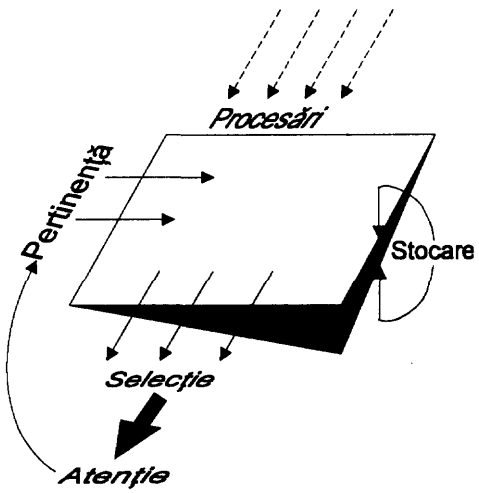
Pornind de la aceste rezultate, D.A. Norman (1968) a propus un model al filtrajului târziu.

3.3.2. Modelul filtrajului târziu

Modelul filtrajului târziu este prezentat în figura 3.3.

Conform acestui model, procesarea stimulilor la nivel senzorial (procesarea primară a informaţiei) se realizează în mod automat. Stimulii din mediu iniţiază detectorii de trăsături, care funcţionează, în marea lor majoritate, fără implicarea atenţiei. Recunoaşterea obiectelor presupune, însă, punerea în corespondenţă a trăsăturilor detectate cu modelele stocate în memoria de lungă durată. Temporar, unele dintre aceste modele sunt activate; partea activată a memoriei de lungă durată formează memoria de scurtă durată. Această activare temporară este menţinută selectiv datorită unor mecanisme

Fig. 3.3. *Filtrajul târziu* (Norman, 1968)

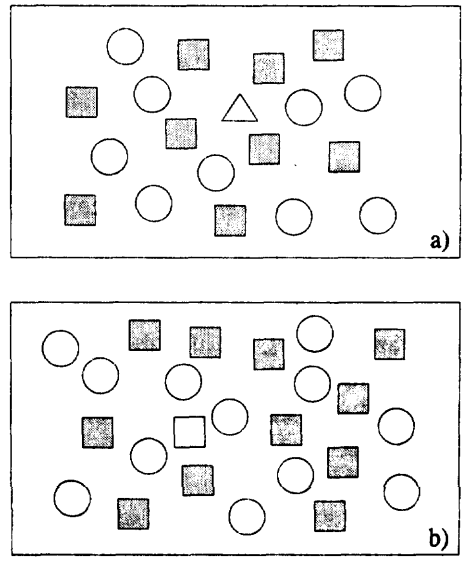


de pertinenţă care stabilesc ce informaţii sunt relevante, pertinente sub aspect motivaţional sau pentru rezolvarea unei probleme şi, ca atare, reclamă alocarea atenţiei. Selectivitatea intervine după iniţierea procesărilor semantice. Procesarea caracteristicilor fizice ale stimulilor se face nesegregaţionist. Toate mesajele sunt prelucrate nediscriminativ, în aceeaşi măsură, până la nivelul prelucrării unor caracteristici semantice. În acest moment, mesajele cu valoare motivaţională sau relevante pentru sarcină, pertinente, fac obiectul unor procesări mai laborioase, iar celelalte sunt ignorate. Atât mesajele dublate de efort atenţional, cât şi cele recepţionate pe canale alternative, subconştient, sunt parţial procesate semantic. Ulterior, mecanismele de pertinenţă selecţionează informaţia semnificativă sub raport motivaţional şi îi asigură o stocare pe o durată de timp mai îndelungată. Aşa se explică de ce reţinem, de pildă, numele nostru propriu rostit într-o conversaţie la care nu suntem atenţi.

Deşi este mai comprehensiv decât modelul lui Broandbendt, capabil să explice datele experimentale care puneau sub semnul întrebării filtrajul timpuriu, modelul filtrajului târziu nu poate explica câteva fenomene binecunoscute. De pildă, dacă filtrarea ar fi numai la nivel semantic, atunci n-ar trebui să întâmpinăm nici o dificultate în a discrimina net două mesaje diferite prezentate la aceeaşi ureche, cu aceeaşi intensitate, frecvenţă sau locaţie. Or, aşa cum s-a arătat, această discriminare este extrem de dificilă.

Concomitent, rezultatele experimentale obţinute de A. Treisman (1969, 1988) au atras atenţia asupra inflexibilităţii modelului filtrajului târziu. Mai întâi, cercetătoarea americană a scos în evidenţă faptul că detectarea unor trăsături fizice simple este un proces preatenţional, automat. Experimental, pe un display erau prezentate, cu un timp de expunere de câteva sutimi de secundă, o serie de figuri. Sarcina subiecţilor era de a menţiona - prin apăsarea unei taste - dacă un anumit stimul (stimul ţintă) a fost prezent sau nu în aceste imagini. Alături de stimulul ţintă era prezentată concomitent o serie de alţi stimuli, numiţi distractori, a căror menire era de a îngreuna discriminarea. Experimentul are două modalităţi. În prima modalitate subiecţii trebuiau să identifice prezenţa unei figuri care se deosebea de distractori printr-o singură trăsătură. De exemplu, trebuiau să menţioneze dacă în configuraţia prezentată pe display se află un triunghi. Un exemplu de astfel de configuraţie e prezentat în figura 3.4.a.

Fig. 3.4. *Configuraţii utilizate de A. Treisman* (1988)



În a doua variantă a experimentului, subiecţii trebuiau să identifice prezenţa unui stimul ţintă pentru a cărui diferenţiere din mulţimea distractorilor era necesară luarea în calcul a două trăsături, în conjuncţie logică. De exemplu, discriminarea pătratului alb din configuraţia 3.4.b. reclamă luarea în considerare a două caracteristici: forma (= pătrat) şi culoarea (= alb).

Se constată că, o dată cu înmulţirea numărului distractorilor, timpul de reacţie rămâne constant doar în cazul în care identificarea se poate face prin procesarea unei singure trăsături (figura 3.4.a). Dimpotrivă, atunci când identificarea reclamă procesarea conjugată a două trăsături, timpul de reacţie creşte liniar o dată cu creşterea numărului de distractori. Cu alte cuvinte, procesarea unei trăsături este preatenţională, automată, iar procesarea unei conjuncţii de trăsături reclamă alocarea de resurse cognitive speciale, deci este un proces atenţional, neautomat. Extragerea trăsăturilor individuale care necesită mecanisme cognitive speciale se realizează în paralel, însă conjuncţia sau combinarea lor este un proces serial.

Nu trebuie să tragem concluzia că prelucrarea oricărei trăsături fizice este preatenţională. După cum am văzut, există dovezi neurobiologice care arată că anumiţi detectori de trăsături se activează doar dacă suntem atenţi la stimulul care conţine caracteristica respectivă (3.1). Numărul detectorilor atenţionali este însă redus. În marea majoritate a cazurilor, extragerea unei trăsături este rezultatul prelucrărilor preatenţionale.

În contextul de faţă, experimentul invocat are însă şi o altă semnificaţie, şi anume că procesarea segregaţionistă a informaţiei e prezentă încă de la nivelul combinării caracteristicilor fizice ale stimulului, ceea ce contravine filtrajului tardiv.

3.3.3. Modelul filtrelor atenuante

Dacă procedăm la o analiză epistemică a celor două modele ale filtrajului - timpuriu sau tardiv -, constatăm că fiecare dintre ele poate explica doar o parte din datele experimentale obţinute. Încercând să navigheze între aceste modele extreme, A. Treisman a propus un model hibrid - modelul filtrelor atenuante. Ideea de bază a modelului este că filtrul nu funcţionează în manieră discontinuă (după principiul totul sau nimic), ci mai degrabă atenuează semnalele recepţionate, procedând la selecţii succesive, la diverse niveluri de procesare a informaţiei. Stimulii la care subiectul nu este atent sunt prelucraţi în mai mică sau mai mare măsură, în funcţie de gradul de solicitare a capacităţii de procesare a sistemului cognitiv. Dacă prelucrarea stimulului la care subiectul este atent nu îi ridică dificultăţi deosebite, celelalte mesaje, din afara câmpului atenţiei, pot beneficia de procesări mai laborioase, chiar până la nivelul semantic. Aşa se explică de ce, după un anumit antrenament cu sarcinile de ascultare dihotomică, subiecţii pot relata tot mai multe lucruri despre mesajul non-dominant (= la care nu erau atenţi).

Dimpotrivă, dacă mesajul dominant solicită o mare parte din resursele cognitive ale subiectului, procesarea mesajului non-dominant este mult redusă.

Modelul filtrelor atenuante propus de A. Treisman concordă cu majoritatea datelor experimentale obţinute până în prezent. Înregistrarea potenţialelor evocate a pus în evidenţă faptul că răspunsul bioelectric al creierului este mai redus, mai atenuat, în cazul procesării mesajului non-dominant comparativ cu procesarea mesajelor dominante. Comprehensiunea şi cvasi-completitudinea modelului filtrelor atenuante s-au obţinut cu preţul dezintegrării noţiunii de filtru. Filtrul devine, în acest caz, atât de general, atât de multidimensional, încât devine greu de operaţionalizat. Practic, întreg sistemul cognitiv devine un mecanism de filtrare a informaţiei. Noţiunea de filtru este aproape coextensivă cu cea de mecanism cognitiv. Această situaţie i-a făcut pe unii cercetători să se detaşeze critic de filtrele atenuante (ex.: Allport, 1990, Martindale, 1991).

3.3.4. O abordare neoconexionistă

Sub impactul neoconexionismului şi al datelor din neuroştiinţe, tot mai mulţi sunt cei care susţin modelarea atenţiei pornind de la ideea alocării de resurse cognitive. Sistemul cognitiv dispune, în orice moment, de un volum limitat de reprezentări sau mecanisme de procesare. Ca atare, el trebuie să-şi elaboreze o anumită politică de gestionare a resurselor, favorizând procesarea acelor informaţii care au valoare adaptativă şi motivaţională. Selectivitatea procesărilor nu este, aşadar, rezultatul unor filtrări, ci al modului de gestiune a resurselor cognitive. La prima vedere, se pare că nimic nu s-a schimbat în afară de terminologie. Mutaţia este, însă, de fond, după cum vom vedea în continuare.

Realizarea oricărei sarcini reclamă, după cum se ştie, utilizarea unor resurse de calcul. De pildă, înmulţirea a două numere, să zicem 562×376 nu poate fi efectuată mintal concomitent cu lectura atentă a unui text ştiinţific. Cu cât o sarcină este mai complexă sau coeficientul său de noutate este mai ridicat, cu atât mai substanţiale sunt resursele computaţionale pe care le necesită. Timpul de reacţie creşte, de exemplu, într-o sarcină de discriminare a unor figuri atât după culoare, cât şi după formă, în comparaţie cu sarcina de a realiza discriminarea doar după una dintre aceste caracteristici (3.3.2). Aşadar, resursele calculatorii şi reprezentaţionale de care dispune orice sistem cognitiv sunt alocate discriminatoriu, pentru realizarea unor sarcini în defavoarea altora. Selecţionarea unor informaţii nu este rezultatul unor filtraje, ci al alocării prioritare a resurselor cognitive pentru procesarea unui anumit flux de informaţie. Mecanismele atenţionale de filtrare nu sunt cauza procesării segregaţioniste, ci sunt efectul alocării preferenţiale a resurselor cognitive.

Gestiunea resurselor cognitive se află în strânsă legătură cu nivelul general de activare psihofiziologică sau *arousal*. După cum s-a arătat (3.2), dacă cortexul nu este activat suficient – vezi cazul întreruperii legăturilor cu formaţiunea reticulată, de pildă –, subiectul intră în comă profundă. Dacă cortexul este activat, informaţiile care sosesc la zonele de proiecţie pot fi procesate adecvat. Capacitatea formaţiunii reticulate de a activa cortexul, ca şi disponibilităţile corticale de activare sunt însă

limitate, ceea ce determină o procesare segregaţionistă a informaţiilor. Dacă stimulul extern are o intensitate ridicată (ex.: un zgomot puternic, o lumină), el ne captează atenţia. Mai exact spus, patternul de activare corespunzător acestui input ajunge la zona de proiecţie, activând-o şi permiţând realizarea unor procesări mai laborioase. Dacă stimulul corespunde unui model mental acceptor, activarea e de scurtă durată, deoarece cortexul inhibă potenţarea activării prin căile colaterale şi formaţiunea reticulată. Dacă însă stimulul este necunoscut sau dacă el corespunde unei motivaţii intense, formaţiunea reticulată ridică nivelul de activare şi procesarea ulterioară a stimulului. Fiecare poate găsi în experienţa personală ilustrări ale acestor fenomene.

Se poate considera că unităţile cognitive activate formează conştienţa noastră. Dacă activarea lor depăşeşte un anumit prag, atunci ele fac obiectul atenţiei noastre. Suntem conştienţi de existenţa mai multor itemi decât numărul celor asupra cărora ne putem concentra atenţia. Să presupunem că stăm întinşi pe plajă, privind absenţi înspre mare. Avem conştiinţa vagă a persoanelor care sunt împrejurul nostru, a valurilor mării, în general, a unei mulţimi destul de mari de stimuli. Dacă însă, la un moment dat, îşi face apariţia un fotograf, iar noi dorim să ne fotografiem, brusc, se reduce spectrul de stimuli la care am putea reacţiona. Nu ne mai interesează ceea ce se întâmplă în jurul nostru, nu mai ştim dacă cineva s-a ridicat de pe şezlongul de alături sau nu etc. Dacă suntem noi înşine pasionaţi de aparatele de fotografiat, caracteristicile fotografului (faţa, hainele în care este îmbrăcat etc.) se aglutinează, atenţia noastră fiind focalizată pe un singur punct – aparatul ce atârnă de gâtul fotografului. Din mulţimea iniţială de stimuli, cei mai activaţi au dus la inhibiţia celor nerelevanţi, neinteresanţi. Generalizând, un stimul sau o unitate cognitivă activată inhibă lateral celelalte unităţi concurente. Cele mai activate unităţi cognitive circumscriu câmpul atenţiei.

Remarcile anterioare sugerează o posibilă abordare de inspiraţie neuronală a mecanismelor cognitive ale atenţiei. Putem considera că fiecare stimul pe care îl recepţionează un subiect la un moment dat este codat de un neuromim sau unitate cognitivă. Aceste unităţi formează o reţea neuromimetică. Dacă una dintre unităţi devine mai activată – fie datorită intensităţii stimulilor, fie datorită unei activări datorate relevanţei sale pentru realizarea unei sarcini sau satisfacerea unei nevoi –, se modifică valoarea de activare a celorlalte unităţi ale reţelei. Dacă postulăm că interacţiunea dintre unităţi se bazează pe un mecanism similar inhibiţiei laterale, cu cât valoarea de activare a unei unităţi este mai ridicată, cu atât mai inhibate sunt restul unităţilor. La fel ca şi în cortex, unităţile cognitive mai activate sunt mai intens procesate. Deci nu avem nevoie de postularea unor mecanisme atenţionale specifice, care să determine selectivitatea procesărilor sau alegerea discriminativă a stimulilor ce trebuie procesaţi. Ambele tipuri de selectivitate pot fi explicate doar prin cerinţa realizării unui comportament coerent şi eficace pe baza unui sistem cognitiv cu o organizare neuromimetică a cunoştinţelor. Cadrul conceptual schiţat mai sus generează predicţii testabile care ar putea conduce la validarea lui. Una dintre predicţii se referă la fenomenul de interferenţă (= deteriorarea unei performanţe datorită competiţiei sale cu o altă performanţă care reclamă aceleaşi

mecanisme de procesare). Inhibiţia laterală e cu atât mai puternică cu cât două noduri se află într-o mai mare proximitate. Două sarcini similare, care implică procesări şi reprezentări similare sau învecinate interferează mai puternic decât două sarcini total diferite.

Rezultatul interferenţei constă în scăderea performanţelor în realizarea ambelor sarcini. De pildă, putem să recepţionăm şi să procesăm concomitent, fără dificultate, stimuli vizuali şi auditivi. Nu avem nici o dificultate să privim la imaginile de la televizor şi, în acelaşi timp, să ascultăm o emisiune informativă la radio. Sistemul cognitiv poate procesa concomitent două sau mai multe tipuri de reprezentări, cu condiţia ca ele să implice procesări cât mai diferite. Este mult mai greu să ne focalizăm atenţia dacă trebuie să recepţionăm concomitent două mesaje verbale, chiar dacă tratează despre subiecte diferite. Dificultatea concentrării atenţiei pe unul dintre mesaje creşte şi mai mult dacă aceste mesaje conţin informaţii diferite despre acelaşi subiect. Mesajele interferează atât de puternic, încât e greu să selectăm numai un anumit flux de informaţie. Această interferenţă e rezultatul inhibiţiilor laterale reciproce dintre unităţile cognitive (reprezentări şi procesări). Aspectul subiectiv al inhibiţiei laterale este confuzia, ezitarea şi interferenţa.

Un experiment efectuat de Hirst (1986) susţine această explicaţie posibilă a unor fenomene de interferenţă. Într-o primă fază a experimentului, W. Hirst a cerut subiecţilor să acţioneze o tastă dacă pe display va apărea un nume de plantă şi o altă tastă dacă apărea un nume de animal. În a doua fază, pe display erau prezentate numai nume de plante, dar din două specii diferite. Subiecţii trebuiau să decidă asupra apartenenţei plantelor la una dintre cele două specii apăsând, ca şi anterior, pe taste diferite. În ambele faze se măsura timpul de reacţie al subiecţilor. Se constată că în a doua situaţie, timpul de reacţie este semnificativ mai ridicat decât în prima situaţie. Martindale (1991) interpretează acest rezultat ca efect al inhibiţiei laterale : nodurile care codează informaţia în primul caz sunt mai îndepărtate, nu se bruiază reciproc prin inhibiţie laterală ; nodurile care codează nume de plante din specii diferite sunt mai apropiate, inhibiţia reciprocă este mai mare, interferenţa mai ridicată, deci performanţa mai scăzută. Se poate oferi, totuşi, o explicaţie alternativă pentru rezultatele acestui experiment. Putem presupune că procesarea reclamată pentru a stabili apartenenţa unui exemplar la două clase diferite (plantă sau animal) e mai puţin laborioasă decât procesarea necesară pentru a stabili apartenenţa unor exemplare la două clase similare. Diferenţele de adâncime a procesării au determinat diferenţele de tipuri de reacţie. Chiar în cazul acceptării acestei interpretări, explicarea interferenţei prin inhibiţia laterală dintre nodurile activate ale unei reţele neuromimetice rămâne o alternativă tentantă.

Analiza fenomenului de interferenţă în realizarea unor performanţe cognitive sau motrice a determinat nuanţări ale teoriei atenţiei văzute ca rezultat al politicii de alocare a resurselor. Cel puţin trei factori par a fi implicaţi în apariţia interferenţelor : (1) gradul de similitudine a stimulilor şi/sau procesărilor şi/sau tipului de răspuns reclamat de sarcină. În toate situaţiile, cu cât similitudinea este mai ridicată, cu atât e mai mare probabilitatea de apariţie a interferenţei ; (2) nivelul de automatizare a

realizării sarcinii: cu cât sunt mai automatizate procedurile implicate în realizarea unei sarcini, cu atât mai impermeabile sunt ele la influenţele generate de alte fluxuri informaţionale; (3) nivelul de dificultate a sarcinii: cu cât o sarcină e mai dificilă, cu atât mai frecvente pot fi interferenţele.

Aceste rezultate experimentale asupra fenomenelor de interferenţă au dus la ipoteza existenţei unor resurse cognitive diferenţiale pentru diverse tipuri de procesări sau informaţii. Altfel spus, în loc să se considere că resursele cognitive sunt compacte şi gestiunea lor se face centralizat, s-a avansat ideea că aceste resurse sunt specifice fiecărei modalităţi senzoriale sau tip de informaţie. Gestionarea resurselor se face în mod independent pentru fiecare dintre aceste situaţii. Aşa se poate explica, de pildă, de ce interferenţa dintre procesările implicate în realizarea unor sarcini vizuale şi cele reclamate de sarcinile auditive e redusă, pe când în interiorul aceleiaşi modalităţi senzoriale interferenţa e ridicată. De exemplu, nu resimţim nici o dificultate în a privi imaginile de la televizor ascultând, în acelaşi timp, sonorul. E însă dificil să fim atenţi la mesajele auditive concomitente provenite de la radio şi aparatul TV.

Dovezile experimentale disponibile până în prezent nu dau câştig de cauză definitiv nici gestionării centrale a resurselor, nici gestionării lor locale. Unii cercetători consideră că, întocmai ca şi teoriile multifactoriale, ipoteza gestionării locale a resurselor cognitive nu este falsificată (Allport, 1990). În plus, există dovezi despre existenţa unor interferenţe „stranii" între procesări total diferite - cel puţin cum apar la nivelul actual de analiză. De exemplu, s-a constatat în mod repetat că performanţele la o sarcină de aritmetică (ex.: adunarea sau înmulţirea unor numere) scad semnificativ cu cât strângem mai tare un obiect în mână! Rămâne în seama unor cercetări ulterioare lămurirea acestor chestiuni care pot avea implicaţii importante asupra modelării atenţiei.

3.4. Atenţia şi coerenţa comportamentului

Procesarea *selectivă* a informaţiei nu este determinată numai de resursele cognitive finite de care dispune sistemul cognitiv uman (sau infrauman). Selectivitatea prelucrării informaţiei este justificată şi de *necesitatea asigurării coerenţei comportamentului*. Pentru ca un comportament sau acţiune (= comportament ghidat de un scop) să fie eficace, să-şi atingă ţinta cu minimum de efort, organismul trebuie să ignore, pe cât posibil, fluxurile informaţionale colaterale. Ca atare, el va evita procesarea unor stimuli care, deşi n-ar depăşi capacităţile sale reprezentaţionale sau de calcul, ar putea interfera cu procesările reclamate de realizarea unei anumite acţiuni sau s-ar dovedi irelevanţi în raport cu sarcina. În acest caz, selectivitatea e indusă nu atât de caracterul insuficient al resurselor cognitive, ci de cerinţa realizării unui comportament coerent, eficace - esenţial pentru propria noastră supravieţuire. Aşa cum am mai arătat, înţelegem selectivitatea în două sensuri: a) ca selecţie a

stimulilor sau informaţiilor ce urmează a fi procesate ; b) ca procesare selectivă, în diverse grade şi modalităţi, a informaţiilor deja selecţionate. Realizarea unui comportament coerent, a unui control coerent reclamă, din partea sistemului cognitiv, ambele tipuri de selectivitate.

Să luăm un exemplu. Într-un meci de tenis fiecare partener tinde să lovească mingea în aşa fel încât să puncteze cu minimum de efort. Pentru lovirea eficace a mingii, fiecare jucător trebuie să proceseze o mulţime de informaţii : să estimeze viteza şi traiectoria mingii, poziţia în teren a adversarului, calitatea zgurei pe care va sări mingea, distanţa până la fileu etc. În câmpul său vizual sunt prezenţi, în acelaşi timp, mulţi alţi stimuli : culoarea fileului, o parte a tribunei cu spectatori, copiii de mingi etc. Mai mult, el poate fi preocupat de o serie de întrebări : Ce se va întâmpla dacă va pierde ghemul ? De ce a greşit ultimul serviciu ? etc. Aşadar, o serie de stimuli, interni şi externi, se află la dispoziţia sistemului său cognitiv, în concurenţă, pentru a fi procesaţi. Chiar dacă resursele cognitive i-ar permite procesarea concomitentă a tuturor stimulilor menţionaţi, cea mai mare parte a lor s-ar dovedi nerelevanţi în raport cu sarcina, iar riscul interferenţei şi parazitării reciproce a fluxurilor informaţionale ar creşte semnificativ, deteriorând performanţa. Un bun jucător va ignora – deliberat sau nu – o serie de surse de informaţie nerelevante sau cu relevanţă scăzută pentru sarcina sa de a lovi mingea, chiar dacă resursele sale cognitive i-ar permite procesarea lor concomitent. În plus, stimulii luaţi în calcul vor fi prelucraţi selectiv, unii mai mult, alţii mai puţin : atât cât e necesar pentru o lovitură eficace. Aşadar, pentru a-şi atinge scopul, fiecare jucător va proceda la o selecţie a surselor de informaţie şi la o prelucrare selectivă a stimulilor. Procesarea segregaţionistă a informaţiei se va datora, în bună măsură, necesităţii de a efectua o acţiune eficientă, *cheltuind minimum de resurse pentru maximum de rezultate*. Deci, selectivitatea este determinată în mare măsură de necesitatea unor acţiuni adaptative, eficace (Allport, 1990). Procesarea segregaţionistă a informaţiei nu este neapărat un semn al incapacităţii noastre de a face faţă unui mediu hipercomplex, ci şi o strategie adaptativă, dobândită de organism pentru a-şi asigura coerenţa şi controlul comportamentului.

3.5. Inconştientul cognitiv

3.5.1. „Bombardamentul" subliminal

În 1958, *Life* – o revistă americană de popularizare a ştiinţei – relata despre cazul a 4500 de subiecţi care, în timpul vizionării unor filme la cinema, au fost bombardaţi cu două mesaje subliminale (mesaje cu un timp de expunere sub nivelul pragului senzorial) : „Drink Coke" şi „Eat Popcorn" („Beţi Coca-Cola" şi „Mâncaţi floricele de porumb"). În urma acestor expuneri, se relatează că ar fi crescut consumul de

Coca-Cola al subiecţilor din lotul respectiv cu 18%, iar cel de floricele de porumb - cu 50%. Condiţiile şi modul de realizare a experimentului erau vag precizate, dar articolul respectiv a declanşat o emulaţie deosebită în rândul psihologilor, de la cercetătorii interesaţi în procesarea inconştientă a informaţiei, până la psihoterapeuţi - care vizau aplicaţii importante în remiterea unor simptome, şi comercianţi - posedaţi de fantasma unor câştiguri fabuloase realizate prin mesaje publicitare subliminale. Chiar publicul mai larg a început să-şi pună problema dacă nu cumva comportamentul oamenilor ar putea fi manipulat în bine, dar mai ales în rău, prin expunerea permanentă la mesaje de acest gen. Ca orice fenomen straniu, „bombardamentul" subliminal a fost repede învăluit într-o haină mistică, bântuită de temeri nejustificate şi explicaţii aberante. S-au scris multe cărţi, cu trecere la public, despre posibilitatea înrobirii şi robotizării oamenilor prin expunere repetată la mesaje subliminale. Biserica a declanşat o virulentă campanie împotriva înregistrărilor de muzică rock, acuzată că ar conţine mesaje subliminale satanice care îndeamnă tineretul la violenţă, sex şi consum de droguri. Confruntate cu o isterie colectivă ce risca să ia amploare, în anii '60, unele state americane au votat chiar legi ce permiteau verificarea casetelor sau benzilor de muzică rock înainte ca ele să fie vândute, pentru a putea depista din timp eventualele mesaje subliminale. Alertat, chiar Senatul SUA ordonă cercetarea atentă a fenomenului de o echipă abilitată de psihologi.

3.5.2. Cercetări non-psihanalitice asupra inconştientului

Cealaltă parte a isteriei s-a consumat în laboratoarele de cercetare ale omului de ştiinţă. Ea este mai puţin spectaculoasă, temperată de deontologia tacită a comunităţii ştiinţifice care evită enunţurile categorice, căutând întemeierea logică şi experimentală înainte de a prezenta publicului diverse ipoteze plauzibile.

Criticând o întreagă tradiţie behavioristă, J. Brunner publica în anii '50 (vezi Brunner şi colab., 1956) o serie de cercetări asupra percepţiei, menite să scoată în evidenţă rolul factorilor cognitivi în realizarea percepţiei: setul, expectanţele subiecţilor, etichetajul lingvistic etc. El a inaugurat astfel o orientare în psihologia percepţiei numită *new look*. În anii '70, H. Erdely, într-un studiu clasic, *Another look to the „new look"*, utilizând unele achiziţii ale psihologiei cognitive, argumenta necesitatea abordării procesărilor inconştiente ale informaţiei, adică inconştientul cognitiv. Aparatajul conceptual al psihanalizei freudiene urma să fie supus testului acid al binomului cognitivist experiment-modelare. De atunci, cercetările asupra inconştientului cognitiv s-au diversificat, stimulate de multiplele lor aplicaţii posibile în psihoterapie sau psihologia reclamei. Deşi fac apel la terminologia psihanalitică, cercetătorii implicaţi în investigarea acestui fenomen (ex.: Greenwald, 1992, Reber, 1967) se reclamă drept continuatori ai lui Pierre Janet, promotorul imaginii unui inconştient nepulsional (nefreudian), manifest în stările de disociere a conştiinţei (vezi, de pildă, P. Janet, 1915). După cum sublinia Kihlstrom şi colab. (1992), „Există o diferenţă majoră între «inconştientul» psihanaliştilor şi «inconştientul»

psihologilor experimentalişti. Pentru cei dintâi inconştientul e cald şi umed, primitiv şi iraţional, plin de temeri şi pulsiuni. Pentru cei din urmă, inconştientul este ancorat în realitate, raţional şi simpatic. Cu alte cuvinte, cercetările actuale asupra inconştientului ar fi fost posibile şi fără abordarea psihodinamică" (p. 360).

3.5.3. Procesări semantice inconştiente. Consecinţe comportamentale

Procesarea inconştientă a caracteristicilor *fizice* ale stimulului, efectuată de modulii cognitivi implicaţi în procesarea primară şi secundară a stimulilor, este un fapt ce nu mai poate fi pus la îndoială. Extragerea contururilor, detectarea mişcării, a suprafeţelor, a texturii, gruparea elementelor după principiile gestaltiste, segregarea figurii de fond etc. sunt numai câteva dintre prelucrările inconştiente analizate deja în lucrarea de faţă (2.1-2.3). Există însă două mari chestiuni controversate în abordarea inconştientului cognitiv : a) dacă există o prelucrare semantică subconştientă sau inconştientă a stimulilor subliminali ; b) dacă procesările subconştiente au consecinţe comportamentale vizibile. Experimentele de ascultare dihotomică au pus în evidenţă procesarea subconştientă a unor stimuli pentru care nu se alocau resurse cognitive speciale : numele proprii, sexul posesorului vocii ocluzate, locaţia, intensitatea şi alte câteva caracteristici ale stimulului. Toţi aceşti stimuli erau supraliminali, aveau o durată de expunere sau prezentare care depăşea pragul senzorial pentru modalitatea senzorială respectivă. Care este situaţia stimulilor subliminali ?

Înainte de a oferi un răspuns la această întrebare, trebuie făcută distincţia între pragul senzorial obiectiv şi pragul senzorial subiectiv. *Pragul senzorial obiectiv* este valoarea minimă pe care trebuie să o aibă un stimul pentru a putea fi recepţionat de organism. Subiectul nu este însă conştient de prezenţa lui, nu poate să spună dacă stimulul a fost sau nu prezent, deşi el induce modificări de natură bioelectrică. *Pragul senzorial subiectiv* este limita de la care subiectul poate conştientiza prezenţa stimulului, deşi nu poate oferi verbal nici o altă informaţie despre natura sau semnificaţia acestuia. Dacă echivalăm conştienţa cu capacitatea de a discrimina între două stări alternative ale stimulului, prezenţă *versus* absenţă, atunci studiile de până acum care au recurs la pragul obiectiv nu oferă dovezi nici pro nici contra existenţei unei percepţii inconştiente. Dacă însă utilizăm pragul subiectiv, atunci există date experimentale concludente care probează existenţa percepţiilor inconştiente.

Într-unul din experimentele sale, P. Wakins (1973, *apud* Vokey, 1985) expune un lot de subiecţi la mesajul subliminal (vizual) : „Drink Coke". La sfârşitul acestei expuneri, subiecţii erau solicitaţi să-şi autoevalueze pe o scală nivelul lor de însetare, precum şi preferinţa lor pentru Coca-Cola dintr-o listă întreagă de băuturi. Faţă de lotul de control, senzaţia de sete era de aproape două ori mai mare. Subiecţii din lotul experimental nu manifestau însă nici o propensiune semnificativă spre Coca-Cola comparativ cu alte băuturi.

Utilizând o altă paradigmă experimentală, R. Fowler (1981, *apud* Vokey, 1985) prezintă mai întâi subiecţilor un mesaj subliminal format dintr-un singur cuvânt (ex.: LODGE - adăpost). Ulterior, pe display erau expuse alte două mesaje: HOTEL şi BOOK. Subiecţii erau solicitaţi să menţioneze care dintre aceste două cuvinte e similar - ca semnificaţie - cu mesajul subliminal prezentat anterior. Aproximativ 95-97% dintre membrii lotului experimental au dat răspunsul corect (în exemplul de mai sus, au optat pentru cuvântul HOTEL), ceea ce denotă prezenţa unei procesări semantice (parţiale) a mesajului subliminal. Ingeniozitatea experimentului constă în modalitatea indirectă de identificare a procesării semantice a mesajului subliminal pe baza impactului pe care această procesare îl poate avea asupra interpretării unui mesaj supraliminal. Analiza semantică a mesajului subliminal poate exista chiar dacă ea nu poate fi conştientizată. În acest caz, cea mai bună modalitate de a o pune în evidenţă este o cale indirectă, prin impactul pe care îl are asupra interpretării unui mesaj supraliminal.

Pe baza acestor date experimentale[2] se poate conchide că mesajele subliminale sunt procesate inclusiv semantic; această procesare semantică este însă incompletă, ea vizând mai degrabă categoria semantică din care face parte stimulul, nu stimulul propriu-zis. După cum s-a relatat, participanţii la primul experiment s-au dovedit a fi mai însetaţi, dar nu în mod special de Coca-Cola, iar subiecţii celui de-al doilea experiment n-au procesat semnificaţia exactă a mesajului subliminal, dar au realizat familia semantică din care face parte.

Datele expuse anterior vizează mesajele subliminale vizuale. În ce priveşte mesajele subliminale auditive, rezultatele sunt mai puţin concludente. Vokey (1985) înregistrează pe o bandă de magnetofon mesajul subliminal: *Jesus loves me, this I know!* (Isus mă iubeşte, eu ştiu asta!).

După ascultarea benzii în care era inserat mesajul respectiv, subiecţii au fost înştiinţaţi că li s-au administrat mesaje subliminale şi li s-a cerut să le încadreze într-una din următoarele categorii semantice: mesaj creştin - mesaj satanic - mesaj porno - mesaj publicitar. Repartiţia înregistrării subliminale pe cele patru categorii a avut un caracter cvasi-aleatoriu, respectiv un procentaj de 19,5-21% pentru fiecare categorie (restul subiecţilor nepronunţându-se pentru nici una dintre grupările propuse). S-ar părea că procesarea semantică a mesajului auditiv subliminal nu atinge nici măcar nivelul categoriei corespunzătoare. Subliniem însă că cercetările întreprinse până în prezent sunt prea puţine pentru a putea trage concluzii valide.

Ţinând seama de rezultatele investigaţiilor asupra procesărilor semantice subconştiente ale mesajelor subliminale (auditive şi vizuale), putem schiţa răspunsul la a doua întrebare pe care am ridicat-o anterior, anume dacă pe baza acestor mesaje poate fi controlat comportamentul uman. Putem fi oare manipulaţi prin expunerea sistematică la mesaje subliminale proiectate de agenţiile publicitare sau diverşi factori politici? Răspunsul e negativ. Întrucât prelucrările semantice ale mesajelor subliminale vizează familia semantică de care aparţine mesajul respectiv, nu

2. Datele prezentate aici au mai degrabă un caracter ilustrativ. Multe alte detalii şi rezultate experimentale similare pot fi aflate în Merikle (1992).

semnificaţia sa individuală, ele pot favoriza, cel mult, o clasă de comportamente, dar nu pot induce un comportament specific. O procesare semantică generică nu poate induce decât un comportament generic, nu un comportament particular. În plus, în condiţiile stimulării cu mesaje subliminale, concomitent, subiectul uman receptează şi prelucrează multe alte mesaje, supraliminale, cu impact considerabil mai mare asupra comportamentului uman. S-a dovedit în repetate rânduri că, de pildă, expectanţele subiectului care antrenează o serie de procesări descendente pot anula impactul mesajului subliminal (Vokey, 1985). E adevărat că-l pot şi favoriza. Subiecţii care sunt convinşi că o bandă magnetică conţine mesaje subliminale le detectează mai rapid decât cei care nu au această convingere. Dar acest fenomen e ubicuu, el este prezent în cazul procesării oricărui stimul supraliminar. Pe scurt, nivelul actual al cercetărilor ne îndrituieşte să conchidem că posibilitatea manipulării comportamentului uman prin mesaje subliminale este extrem de improbabilă, dacă nu exclusă. O asemenea concluzie nu alimentează nevoia de misticism a publicului larg, de aceea îşi face loc cu greu în spaţiul publicist al revistelor de popularitate. Vokey (1982) relatează cât de refractare au fost unele reviste americane de acest gen la publicarea cercetărilor lor asupra înregistrărilor subliminale pe benzi magnetice.

3.5.4. Aplicaţii, implicaţii

Din mulţimea aplicaţiilor posibile ale stimulării subliminale vom prezenta, cu titlu de exemple, doar două aplicaţii: una în psihologia reclamei, iar cealaltă în psihoterapie.

În reclamă, stimularea subliminală a fost utilizată direct, nemijlocit sau indirect, prin asociere cu un alt stimul. Un exemplu de stimulare subliminală directă constă în expunerea repetată a unei noi mărci de produs pentru care se doreşte o vânzare cât mai bună. După cum am văzut, procesarea semantică a unui astfel de stimul va fi parţială, generică şi, în consecinţă, comportamentul particular vizat nu poate fi indus, chiar dacă sunt favorizate o clasă de comportamente similare. Subiecţii nu vor cumpăra neapărat Coca-Cola, dar se vor simţi mai însetaţi.

În utilizarea indirectă se scontează pe faptul că asocierea unui mesaj subliminal cu un mesaj supraliminal congruent măreşte impactul acestuia din urmă. De pildă, prezentarea imaginii unui produs (stimul supraliminal) este dublată de expunerea subliminală concomitentă a cuvântului SEX sau a unei imagini pornografice. Se scontează pe faptul că aceste din urmă mesaje ridică nivelul de *arousal* şi, prin asociere, favorizează procesarea stimulului supraliminal concurent. Deşi s-au relatat succese în utilizarea pe teren a unei astfel de tehnici, testarea de rigoare, prin controlul strict al variabilelor, aduce o serioasă doză de scepticism. S. Vokey (1985) prezintă subiecţilor dintr-un grup experimental o serie de diapozitive. Dintre acestea, unele erau dublate cu imagini sexuale expuse subliminal. După terminarea expunerii, subiecţii sunt solicitaţi să efectueze două sarcini: a) *de recunoaştere* – dintr-o mulţime mult mai mare de imagini, subiecţii trebuiau să recunoască pe cele care fuseseră prezentate anterior; b) *de reamintire* – subiecţii trebuiau să-şi reamintească cât mai

multe dintre imaginile respective. Nici recunoaşterea, nici reamintirea diapozitivelor asociate cu imagini pornografice nu au depăşit media performanţelor înregistrate pentru celelalte diapozitive. Aceleaşi rezultate au fost obţinute şi în cazul repetării sarcinilor după 48 de ore, constatându-se doar un declin previzibil al performanţelor la ambele sarcini. Există unele sugestii potrivit cărora stimulii subliminali au nevoie de o perioadă de incubaţie înainte ca efectul lor să se facă simţit. Deocamdată această chestiune rămâne deschisă, rezolvarea ei reclamând noi investigaţii experimentale.

Aplicaţia psihoterapeutică a „bombardamentului" subliminal se întemeiază pe un puternic angajament psihanalitic. Dacă simptomatologia neurotică este, în mare parte, determinată de dinamica subconştientului, atunci modificarea acestei dinamici prin injecţii cu mesaje subliminale corespunzătoare ar putea duce la ameliorarea sau remiterea simptomatologiei. Cele mai consecvente eforturi în acest sens au fost făcute în tratamentul bulimiei nervoase. Bulimia, o tulburare psihogenă de apetit caracterizată printr-un consum alimentar excesiv, compulsiv, urmată de vomismente autoinduse, debutează, de regulă, în adolescenţă. Incidenţa ei cea mai ridicată este întâlnită mai ales la persoanele de gen feminin. Terapeuţii de formaţie psihanalitică pun această tulburare pe seama relaţiilor frustrante dintre fiică şi mamă în perioada copilăriei. Fiind marcate de insuficienta afecţiune (reală sau imaginată) pe care i-o dovedeşte mama, fetele cu fixaţie orală recurg la supraalimentare compulsivă urmată de vomismente autoprovocate, ca o expresie a ambivalenţei lor afective. Refacerea sincretismului originar mamă-fiică preexistent declanşării reacţiilor frustrante ar duce, în viziunea psihanalitică, la remiterea sau ameliorarea considerabilă a simptomatologiei. S-a încercat să se facă acest lucru prin expunerea pacienţilor la mesajul subliminal: *Mother and I are one!* (Eu şi mama suntem una!) *Fox* (1987) consemnează îmbunătăţirea semnificativă a situaţiei pacienţilor bulimici supuşi la 10 expuneri repetate ale acestui mesaj subliminal, de 4 ori pe săptămână. Pentru alte referiri la utilizarea terapeutică a mesajelor subliminale, vezi Ionescu (1991).

Cercetările asupra subconştientului cognitiv, tot mai intense în ultima vreme, au implicaţii asupra multor chestiuni încă nesoluţionate. Una dintre implicaţii vizează învăţarea limbilor străine. Din dorinţa de a-şi vinde produsele, firmele producătoare de casete audio-video pentru învăţarea limbilor străine au lansat ideea că, prin ascultare prelungită, repetată a casetelor respective se poate învăţa subconştient (chiar în somn) o limbă străină. Or, din nefericire, rezultatele cercetărilor de până acum nu ne dau mari speranţe. Pentru învăţarea unei limbi este esenţială învăţarea regulilor sale gramaticale. Datele experimentale probează însă că, în mod subconştient, pot fi dobândite cel mult covarianţe sau reguli parţiale (4.4.3).

Analiza subconştientului cognitiv pune apoi într-o perspectivă cu totul nouă problematica mecanismelor de apărare ale eului. Iniţiată de S. Freud în lucrarea *Psihoneurozele de apărare* (1894), studierea mecanismelor defensive – care protejează eul de pulsiunile incompatibile cu principiul realităţii – a devenit un topos clasic de cercetare al psihanaliştilor prin lucrarea Annei Freud, *Mecanismele de apărare ale eului* (1927). Multe din aceste mecanisme, dar îndeosebi negarea defensivă, represia, descrierea şi proiecţia pot fi concepute din perspectiva prelucrării inconştiente a

informaţiei despre un stimul traumatizant intern sau extern. Fără a intra în detalii[3], menţionăm doar că, din această perspectivă, mecanismele de apărare nu sunt instituite de un eu puternic şi autonom, ci sunt funcţii sau utilizări defensive ale unor mecanisme cognitive inconştiente, neutre în ele însele (Miclea, 1991).

În general vorbind, abordarea subconştientului cognitiv determină decorticarea fenomenelor subconştiente de mitologia şi limbajul metaforizant al psihanalizei. O nouă imagine despre subconştient, validată experimental, este pe cale să se constituie.

3.6. Sumar

Selecţia stimulilor ce urmează a fi procesaţi şi caracterul selectiv, diferenţiat al prelucrărilor la care sunt supuşi rezidă în volumul limitat al resurselor de calcul de care dispune sistemul cognitiv silit să se adapteze unui mediu hipercomplex. În cazul stimulilor vizuali, atenţia este implicată şi în orientarea sacadelor oculare, precum şi în procesarea informaţiei parafoveale. Datele din neurofiziologie arată că : a) atenţia nu este un mecanism unitar, ci se distribuie pe mai mulţi moduli cognitivi ; b) cu excepţia detectorilor atenţionali, selectivitatea atenţiei se manifestă după constituirea reprezentării 3D ; c) atenţia este rezultatul activării unor cunoştinţe şi mecanisme cognitive, iar această activare e determinată fie de caracteristicile stimulului („atenţie involuntară"), fie de către baza de cunoştinţe şi motivaţia subiectului („atenţie voluntară"), fie de necesitatea asigurării coerenţei comportamentului.

Pentru a explica selectivitatea atenţiei s-au avansat diverse teorii ale filtrelor timpurii, târzii sau atenuante. Teoria filtrelor atenuante concordă cu majoritatea datelor experimentale, dar această concordanţă este obţinută cu preţul diluării noţiunii de filtru care nu mai poate fi operaţionalizată. Ca atare, selectivitatea a început să fie concepută ca rezultat al unei „politici" de gestiune a resurselor cognitive. Aceste resurse sunt, de fapt, determinate de nivelul de activare. Dacă coroborăm datele neurofiziologice, care leagă atenţia de rolul activator al formaţiunii reticulate, cu cele fiziologice despre fenomenul de interferenţă, rezultă că atenţia *nu* este o facultate autonomă, pe care să o putem controla sau manipula. Ea este un alt nume pentru cele mai activate unităţi cognitive care, prin inhibiţie laterală, reduc valoarea de activare a unităţilor complementare. Aşadar, „comutarea", „focalizarea" sau „concentrarea" atenţiei înseamnă, de fapt, activarea succesivă a unor unităţi cognitive sau sporirea activării lor.

În ultimii ani, asistăm la o resurecţie a interesului pentru procesele inconştiente dar, de această dată, dintr-o perspectivă cognitivă. Ele au aplicaţii interesante în tehnicile psihoterapeutice şi de publicitate. Pentru obţinerea unei imagini mai complete asupra atenţiei şi funcţionării sale trebuie avute în vedere problemele analizate în 6.3 şi 10.3.

3. Vezi M. Miclea, *Stres şi apărare psihică*, P.U.C., Cluj-Napoca, 1997.

Capitolul 4

CATEGORIZAREA

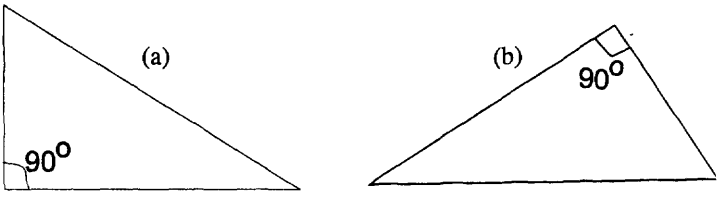
4.1. Introducere

Trăind într-un mediu hipercomplex, omul ar putea fi repede copleşit de numărul şi marea diversitate a stimulilor sau situaţiilor pe care le întâlneşte. Pentru a face faţă cu succes acestei stări de fapt, subiectul uman recurge la categorizarea obiectelor, reducând astfel diversitatea mediului la categorii uşor de procesat. Categorizarea sau clasificarea vizează instituirea de clase care includ un grup de obiecte/stimuli. Despre aceste elemente se spune că sunt membri ai (sau aparţin) categoriei respective. Pe baza acestor clasificări accedem la informaţiile relevante, disponibile în sistemul cognitiv despre categoria respectivă şi putem face predicţii. De pildă, încadrarea unui individ într-o anumită categorie de psihodiagnostic, să zicem intelect de limită, ne facilitează accesul la o mulţime de cunoştinţe aferente disponibile în memorie despre respectiva categorie de diagnostic şi ne ajută să prezicem comportamentul într-o serie de situaţii. În cazul acesta, ne reamintim dificultăţile de adaptare specifice unui atare individ, eventualele tulburări socio-afective, putem prezice reuşita sa şcolară etc. Categorizarea unui grup de demonstranţi ca fiind pacifişti sau extremişti ne activează un set de cunoştinţe despre ideologia sau lozincile lor, chiar dacă acestea nu sunt încă manifeste, şi ne permite predicţia comportamentului lor în condiţiile intervenţiei poliţiei. Similar, în cazul clasificării unor obiecte din mediul natural (ex. : „plante", „fructe" etc.), se activează cunoştinţele reprezentative corespunzătoare pe baza cărora putem prezice evoluţia ulterioară a obiectului în cauză.

Literatura consacrată categorizării abundă în confuzii riscante. Uneori se pune semnul de egalitate între categorie şi concept. Mai mult, unii autori susţin că orice concept are un referent real a cărui proiecţie mentală este. Ambele poziţii sunt eronate. Există concepte care nu au o categorie corespunzătoare în realitatea obiectivă, de exemplu, conceptele de „număr iraţional", „inorog". Mai mult, adesea, omul impune o clasificare, *o instituie mai degrabă decât o descoperă* în realitate. De exemplu, „mulţimea numerelor naturale divizibile cu 3" sau „automobile cu mai mult de 10.000 km la bord" sunt categorii instituite de subiectul uman, pe baza scopurilor sau intenţiilor sale, nu pe baza detectării unor proprietăţi fizice care individualizează membrii categoriilor respective de orice alt membru al unei categorii complementare. Animaţi de diferite scopuri, putem forma categorii din obiecte care au foarte puţine caracteristici în comun. Dacă vrem să mergem într-o excursie la

munte, atunci vom forma categoria de obiecte necesare pentru o drumeţie în munţi, în care includem cortul, ceaunul, bocancii, rucsacul, chibriturile, leucoplastul etc., adică o mulţime de obiecte care, altfel, sunt disparate, nu seamănă nici prin forma fizică, nici prin funcţiile lor specifice. Pentru a evita o dezbatere analitică cu tentă scolastică pe această temă, vom considera conceptul ca fiind una dintre reprezentările mentale posibile ale unei categorii. Pentru aceeaşi categorie de obiecte – triunghiurile dreptunghice, de pildă – putem avea cel puţin două tipuri de reprezentări: un concept şi un prototip al categoriei respective. *Conceptul* de triunghi dreptunghic constă în definiţia binecunoscută: o figură geometrică cu trei laturi şi un unghi drept. Prototipul sau exemplarul tipic al clasei respective este un triunghi de forma celui din figura 4.1.a.

Fig. 4.1. *Exemple de triunghiuri dreptunghice*: (a) *tipic* (prototip); (b) *atipic*.



În figura 4.1.b. este prezentat tot un triunghi dreptunghic, dar cu unghiul drept sus. O dovadă a utilizării reprezentării prototipice a unei clase de obiecte e evidentă în rezolvarea de probleme de geometrie: subiecţii observă şi rezolvă mult mai rapid problemele în care unghiurile drepte sunt în poziţie tipică, decât în poziţie atipică (C. Predescu, I. Radu, 1990). Asupra prezentării conceptuale sau prototipice se va reveni în 4.4.1.

4.2. Funcţiile categorizării

Categorizarea îndeplineşte numeroase funcţii cu valoare adaptativă. Dintre toate acestea, trei par a fi cele mai importante: a) *gruparea obiectelor similare în aceeaşi categorie;* b) *codarea experienţei;* c) *generarea de inferenţe.*

4.2.1. Similaritatea

Obiectele similare sunt, de regulă, grupate în aceeaşi categorie. Această similaritate poate fi fizică sau funcţională. De pildă, diverse tipuri de mere sunt grupate sub una şi aceeaşi categorie, deoarece ele au caracteristici fizice sau perceptive asemănătoare: mărimea, greutatea, culoarea sâmburilor, lungimea cozii etc. Elementele clasei „tacâmuri" nu sunt atât de asemănătoare sub aspect fizic, cât mai ales

funcţional: îndeplinesc funcţii similare - de a ne ajuta la servirea mesei. Ponderea pe care cele două tipuri de proprietăţi - fizice sau funcţionale - o au în realizarea categorizării obiectelor este variabilă. În condiţiile în care subiectul uman nu este presat de rezolvarea rapidă a unei probleme sau de realizarea unor scopuri precise, categorizarea pe baza similarităţii fizice are întâietate asupra categorizării funcţionale. De pildă, când mergem în excursie, admirăm „copacii", „florile", „păsările", grupând, aşadar, obiectele din mediu pe baza caracteristicilor lor perceptive comune. Dacă comportamentul uman are o intenţionalitate precisă şi imediată, dacă se vizează satisfacerea unor nevoi, rezolvarea unor probleme, caracteristicile funcţionale, similaritatea funcţională devine principalul criteriu de categorizare. Reluând exemplul anterior, dacă în excursie ne propunem să stabilim numărul de berze sau de iepuri dintr-o anumită zonă ori identificarea unei anumite plante medicinale, operăm cu alte tipuri de categorii decât cele menţionate anterior. Mediul este acelaşi, dar categoriile pe care noi le stabilim sunt diferite. Mai mult, caracteristicile funcţionale pot genera categorii diferite în interiorul aceleiaşi categorii bazate pe similaritate fizică. De pildă, în urmă cu câteva minute, am împărţit în două pachetul de hârtie de scris de pe biroul meu. Caracteristicile fizice sunt identice; o bucată de coală din oricare pachet are aceeaşi dimensiune, culoare, greutate, compoziţie chimică, rugozitate etc. Am format însă două categorii deoarece intenţionez ca o parte din aceste hârtii să le utilizez pentru manuscrisul acestei cărţi, alta - pentru editarea la imprimantă a unor texte de metodologie psihologică. Cele două teancuri nu sunt decât consecinţa comportamentală a stabilirii unor categorii diferite pe baza unor similarităţi funcţionale. Pe scurt, este rezultatul unei ponderări dinamice a similitudinilor fizice/funcţionale ale obiectelor categorizate. În contexte diferite, unul dintre cele două tipuri de similitudini dobândeşte preeminenţă în realizarea categorizării.

În orice context însă, categorizarea tinde spre *maximizarea similarităţilor intra-categoriale* (= dintre elementele aceleiaşi categorii) şi *minimizarea similarităţii inter-categoriale* (= dintre membrii unor categorii diferite). Satisfacerea completă a acestei constrângeri ar împiedica însă realizarea celorlalte funcţii ale categorizării, menţionate anterior, căci la rigoare orice categorie ar avea un singur membru. În consecinţă, luând în considerare şi caracteristicile funcţionale, am avea mai multe categorii decât obiecte/stimuli din mediu, ceea ce ar spori presiunea mediului asupra sistemului cognitiv în loc să o reducă. Realizarea celorlalte funcţii ale categorizării impune alte constrângeri. Doar *satisfacerea lor reciprocă* asigură eficienţa categorizării.

4.2.2. Codarea experienţei. Nivelul de bază al categorizării

Categorizând obiectele din mediu, subiectul uman şi le reprezintă într-un format simplu, uşor de procesat, stocat sau reactualizat atunci când situaţia o cere. În locul unei mulţimi de obiecte, sistemul cognitiv operează cu o singură categorie corespunzătoare. Aceste categorii înlesnesc percepţia, memorarea, reamintirea, într-un cuvânt, sporesc eficienţa sistemului cognitiv. Astfel, recunoaştem o clasă de obiecte

cu anumite caracteristici fizico-funcţionale ca fiind un tip de automobil, le reţinem în şi le reactualizăm din memorie prin categoria respectivă, facem judecăţi şi raţionamente asupra lor pe baza acestei categorii etc. Recunoaşterea rapidă - în câteva sutimi de milisecunde - a obiectelor se datorează activării categoriale sau patternurilor de activare corespunzătoare.

Orice categorie este inclusă într-o reţea complexă, ierarhizată de categorii, cu categorii subordonate sau supraordonate. Să presupunem că ne aflăm într-un loc aglomerat, cu ochii închişi. Îi deschidem şi, brusc, recunoaştem o mulţime de femei şi bărbaţi. Stimulii vizuali respectivi pot fi categorizaţi la fel de corect ca fiind „oameni", „bipezi", „fiinţe", „entităţi materiale" - dacă i-am include în categorii supraordonate. Ei pot fi incluşi însă şi în categorii subordonate: ruşi sau români, femei tinere sau bărbaţi tineri, elevi sau eleve de la o anumită şcoală, dintr-o anumită clasă, cu un nume propriu etc. Din mulţimea de categorii, sub- şi supraordonate corespunzătoare unui stimul, tindem să activăm numai categoriile cu un anumit nivel de generalitate, pentru a realiza recunoaşterea sau memorarea. Cărui fapt datorăm acest fenomen? De ce utilizăm preferenţial categoriile de la un anumit nivel din reţeaua categorială? De ce o stare de lucruri care poate fi descrisă la mai multe niveluri de abstractizare e descrisă utilizând categorizarea de un anumit nivel?

Vom numi, alături de E. Rosch (1976, 1980)[1], acest nivel preferenţial nivelul categoriilor de bază. În funcţie de acest nivel se stabilesc categoriile supra- sau sub-ordonate. Principala calitate a acestor categorii constă în faptul că ele conţin maximum de informaţie într-un minim de format. O serie de cercetători (Rosch, 1973, Richard, 1990, Smith, 1990 etc.) au relevat câteva din caracteristicile specifice ale categoriilor de bază:

1. *Categoriile de bază sunt reprezentate printr-un singur cuvânt în limbajul natural.* Aşa cum s-a arătat anterior, se pot institui diferite categorizări ale mediului, pe baza unor caracteristici diverse. De pildă, putem forma „categoria obiectelor fizice a căror greutate corespunde unui număr fără soţ" sau „categoria studenţilor la psihologie al căror număr la pantof este 42" etc. Pentru aceste categorii trebuie să recurgem la un şir laborios de cuvinte din limbajul natural. Or, categoriilor de bază le corespunde în limbajul natural, în toate cazurile, câte un singur cuvânt (substantiv). Reciproca nu este valabilă. Putem avea substantive simple şi pentru desemnarea unor categorii supra- sau sub-ordonate. De exemplu, substantivul „obiect" corespunde unei categorii supraordonate; numele propriu - unei categorii subordonate.
2. *Cuvintele corespunzătoare categoriilor de bază au cea mai mare frecvenţă în limbajul vorbit* (Richard, 1990). De pildă, utilizăm mult mai frecvent cuvintele „scaun" sau „masă" decât cuvântul „mobilă"[2]. Utilizăm mai frecvent termenii

1. E. Rosch utilizează această terminologie numai pentru categoriile naturale. Prin extensie, o vom utiliza pentru toate categoriile, bazate pe similarităţi fizice sau funcţionale.
2. Aceste date, rezultat al unor investigaţii laborioase, sunt certificate pentru limbile franceză şi engleză (Richard, 1990, Rosch, 1973). Pentru limba română lipsesc, deocamdată, astfel de informaţii, dar obţinerea unor rezultate identice pare extrem de plauzibilă.

„măr" sau „pară" decât termenii „fruct" (supraordonat) sau „(măr) ionatan", „(pară) mălăiaţă" - categorii subordonate.

3. *Ontogenetic, categoriile de bază şi expresiile lingvistice corespunzătoare sunt dobândite mai devreme în comparaţie cu categoriile sub- sau supra-ordonate.* Cuvintele şi categoriile de masă şi scaun sunt învăţate mai rapid de către copil decât categoria supraordonată de mobilă sau cea subordonată de masă de bucătărie. Una dintre dimensiunile dezvoltării intelectuale constă tocmai în dobândirea categoriilor sub- sau supra-ordonate nivelului de bază.
4. *Categoriile de bază pot fi definite ostensiv*[3]. Pentru a-l face pe copil să înţeleagă ce este „scaunul" sau „masa" putem recurge la indicarea lor directă: „Uite masa!", „Uite scaunul!". Nu putem indica direct: „Uite mobila!". Pentru unele categorii subordonate se pot realiza definiţii ostensive. Definirea ostensivă nu este, aşadar, proprietate exclusivă a categoriilor de bază.
5. *Categoriile de bază sunt cele mai abstracte categorii care pot fi asociate cu o formă fizică specifică* (Smith, 1990). De pildă, categoria de „măr" o putem asocia cu o formă concretă, însă categoria supraordonată de „fruct" - nu! La fel, nu putem asocia forme concrete categoriilor de „animal" sau „pasăre", dar avem referenţi concreţi în cazul categoriilor subordonate de „câine" sau „rândunică". Pentru categoriile bazate pe similaritate funcţională, această proprietate nu se realizează.

Trebuie subliniat faptul că unele din caracteristicile menţionate nu se aplică numai la categoriile din nivelul de bază, ci se pot aplica şi categoriilor supra- sau sub-ordonate. Nu luate izolat, ci în totalitatea lor, în conjuncţia lor logică, ele circumscriu cu *suficientă exactitate categoriile de bază.* Vom conchide, aşadar, că „decupajele" din mediul înconjurător pe care le realizăm se fac, de cele mai multe ori, după „matriţa" categoriilor de bază. Fără îndoială că realitatea ne impune anumite constrângeri în categorizare. De pildă, contururile unui obiect ne constrâng să-l delimităm de contextul sau fondul pe care el apare; nu vom categoriza o figură şi fondul ei ca făcând parte din aceeaşi categorie. Realitatea însăşi are un minim de ordonare care favorizează anumite categorizări în defavoarea altora, îndeosebi în cazul în care clasificarea se face pe baza unor similarităţi fizice. Cercul se poate delimita net de pătrat sau triunghi, de pildă. Dincolo de aceste constrângeri, însă, omul - ca fiinţă intenţională - instituie propriile categorii, în funcţie de scopurile sale, de sarcinile pe care trebuie să le rezolve ş.a.m.d. Să conchidem că, din mulţimea de categorizări posibile ale realităţii în care trăieşte, omul preferă categoriile de la un anumit nivel - nivelul de bază. Se pare că subiectul uman învaţă aceste categorii prin socializare şi, în special, prin dobândirea limbajului natural. Sursa categoriilor este grupul social (I. Radu - discuţie personală).

O scurtă menţiune se impune în continuare. Asocierea repetată a unui stimul complex cu o anumită categorie determină activarea mai rapidă a categoriei respective într-o sarcină de recunoaştere a stimulului, chiar dacă categoria în cauză nu face

3. Definiţia ostensivă se realizează prin indicarea directă a obiectului ce urmează a fi definit.

parte din nivelul de bază. De pildă, deschizând televizorul recunoaştem în imaginea de pe ecran pe Ion Iliescu, nu un „bărbat" sau un „român". Acest lucru e posibil datorită asocierii repetate a unui stimul complex cu un nume propriu. Aşadar, categoria de bază nu se activează în mod automat. Nivelul de bază al categorizării se utilizează în majoritatea cazurilor, dar el poate fi obturat de ponderarea specifică a asociaţiilor dintre un stimul şi fiecare din categoriile corespunzătoare acestuia. Contextul, un rest de activare mai ridicat, procesele de analiză descendentă sunt numai câţiva dintre factorii implicaţi în modularea acestor asociaţii. Probabil stările afective şi cele motivaţionale joacă şi ele un rol, deloc neglijabil. În definitiv, sunt atâţia bărbaţi care, când deschid ochii dimineaţa, recunosc în persoana aflată alături de ei, nevasta, nu femeia!

4.2.3. Generarea de inferenţe

Aşa cum s-a relevat la începutul acestui capitol, categorizarea constituie baza de inferenţe asupra indivizilor cuprinşi într-o clasă de obiecte. Cuprinzând un obiect într-o clasă, cunoştinţele despre clasa respectivă devin relevante şi pentru obiectul în cauză. Fără categorizare n-ar fi posibil raţionamentul. Proprietăţile clasei sunt inferate şi asupra individului categorizat, chiar dacă acestea nu sunt vizibile la prima vedere. Să luăm, de pildă, silogismul binecunoscut:

„Toţi oamenii sunt muritori.
Socrate este om.
Deci Socrate este muritor".

Silogismul este posibil datorită categorizării unui individ (Socrate) ca membru al clasei oamenilor. Pe baza acestei categorizări, o proprietate a tuturor membrilor acestei clase - cea de a fi muritor - se distribuie şi individului Socrate, iar această inferenţă se realizează în mod necesar, chiar dacă Socrate ar fi tânăr şi sănătos şi nimic din înfăţişarea lui fizică nu ne-ar îndemna să susţinem că va muri. O serie de cercetări experimentale efectuate de Gelman şi Markman (1986) au evidenţiat funcţia generativă a categorizării nu numai în cazul raţionamentului silogistic (deductiv), ci şi al celui inductiv. Ei prezentau subiecţilor trei fotografii cu diverse obiecte. A treia fotografie reprezenta un obiect care se asemăna cu al doilea obiect dar făcea parte din categoria celui dintâi. De pildă, subiecţilor le erau prezentate poze ce reprezentau câte un flamingo, un liliac şi o mierlă. Aceasta din urmă semăna mai mult cu liliacul decât cu flamingo, dar făcea parte din clasa păsări. Apoi, subiecţii primeau diverse informaţii vizând detalii anatomice interne despre fiecare dintre primele două exemplare. Li se cerea să arate care dintre aceste detalii sunt mai plauzibile pentru al treilea exemplar. În aproape 90% din cazuri subiecţii răspundeau pe baza inferării unei proprietăţi de la un membru la celălalt al unei clase sau categorii. Repetat la copiii de 4 ani, experimentul respectiv a pus în evidenţă acelaşi comportament în 70% din cazuri. Aşadar, de la o vârstă destul de fragedă copilul realizează că membrii

aceleiaşi categorii împărtăşesc caracteristici comune, chiar dacă acestea nu sunt vizibile. Generând raţionamente deductive şi inductive, categorizarea permite predicţia comportamentului unui individ sau a evoluţiei fenomenului la care ea se aplică.

Nu toate categorile au aceeaşi forţă generativă. Categoriile naturale (= cele corespunzătoare obiectelor din natură şi accesibile organelor de simţ) generează mai multe inferenţe decât artefactele (= obiectele construite de om) (Smith, 1990). De asemenea, categoriile de bază şi cele subordonate fac posibile mai multe inferenţe decât cele supraordonate (Rosch, 1976).

4.3. Modelarea similarităţii

Deoarece similaritatea - fizică sau funcţională - joacă un rol major în realizarea categorizării, orice categorizare vizând minimizarea disimilarităţii intraclasiale şi maximizarea disimilarităţii interclasiale, s-a pus problema modului de modelare şi măsurare a ei. Cum anume se realizează categorizarea pe baza similarităţii? Fiind dată o mulţime de similarităţi între stimuli (= input), cum sunt ele procesate pentru ca să rezulte anumite categorii şi nu altele (= output). Cum pot fi modelate relaţiile de similaritate dintre exemplarele unei categorii şi dintre aceste exemplare şi categoria însăşi, luând ca bază ideea similarităţii? Răspunsul la aceste întrebări implică elaborarea unei teorii computaţionale a categorizării bazate pe calculul similarităţii sau disimilarităţii. Dacă această teorie va avea şi validitate ecologică, atunci ea va permite reproducerea şi/sau predicţia comportamentului uman. Până în prezent, există două variante ale unei teorii computaţionale asupra categorizării: modelarea geometrică şi modelarea ansamblistă.

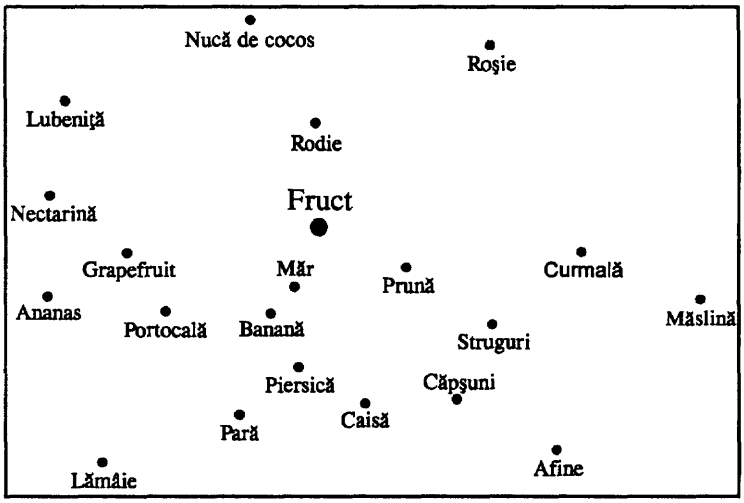
4.3.1. Modelarea computaţional-geometrică

Modelarea geometrică a relaţiilor dintre membrii unei categorii şi dintre aceştia şi categoria însăşi porneşte de la ideea exprimării spaţiale a disimilarităţii. Categoriile şi membrii lor sunt reprezentate geometric sub forma unor puncte într-un spaţiu bidimensional. Cu cât disimilaritatea dintre aceşti itemi este mai mare, cu atât mai distanţaţi sunt unul de altul. Aşadar, disimilaritatea (similaritatea) psihologică se reprezintă spaţial şi se măsoară geometric. Un exemplu de reprezentare geometrică a categoriilor este prezentat în figura 4.2 (*apud* Smith, 1990).

Procedura modelării geometrice a relaţiilor de similaritate inter- şi intracategorială a fost elaborată de Shepard (1962). Într-o primă etapă, un grup de subiecţi este solicitat să noteze pe o scală de similaritate gradul de asemănare dintre un item şi fiecare dintre celelalte exemplare, inclusiv categoria supra-ordonată. De exemplu, se cere evaluarea pe o scală a similarităţii dintre elementele perechilor posibile „măr-banană", „măr-măslină" etc. Pentru obiectele reprezentate în figura 4.2 rezultă

210 perechi distincte. În a doua etapă, datele obţinute în urma acestei evaluări sunt introduse într-un program de calculator special elaborat, care le distribuie într-un spaţiu (bidimensional) ţinând seamă de satisfacerea optimală a tuturor gradelor de similaritate sau disimilaritate.

Fig. 4.2. *Reprezentarea în spaţiu bidimensional a relaţiilor de disimilaritate dintre 20 de exemple de fructe şi categoria „fruct"* (Tversky şi Hutchinson, 1986)



Această distribuţie trebuie să satisfacă trei axiome. Axiomele respective sunt, de fapt, nişte idealizări pe baza cărora se simplifică reprezentarea spaţială a itemilor, îndepărtându-se pericolul unei explozii computaţionale. În acelaşi timp, ele funcţionează ca nişte asumpţii sau constrângeri tacite care guvernează procesările implicate în stabilirea categoriei. Altfel spus, gruparea în categorii se face în aşa fel încât să fie satisfăcute constrângerile formalizate în axiome. Cele trei axiome sunt următoarele:

(1) *Axioma minimalităţii*

$$d(a,b) \geqslant d(a,a) = d(b,b) = 0$$

(2) *Axioma simetriei*

$$d(a,b) = d(b,a)$$

(3) *Axioma inegalităţii în triunghi*

$$d(a,b) + d(b,c) \geqslant d(a,c)$$

unde *a*, *b*, *c* desemnează oricare trei itemi diferiţi, iar *d* este o funcţie de disimilaritate.

Axioma (1) spune că cea mai mică distanţă dintre doi itemi, reprezentabilă în spaţiu, este distanţa dintre un item şi el însuşi. Cu alte cuvinte, aceasta înseamnă că orice element al unei categorii, indiferent de ipostaze, seamănă mult mai mult cu el însuşi decât cu un membru al altei categorii, oricât de asemănător ar fi acesta cu cel

dintâi. Deci, există o disimilaritate minimă, aşadar, o distanţă minimă echivalentă cu zero, a unui item faţă de el însuşi. De pildă, oricât de mult ar semăna la culoare, formă etc. o pară cu un măr, distanţa dintre aceşti doi itemi nu poate fi mai mică decât distanţa sau disimilaritatea dintre două mere, oricât de neasemănătoare ar fi ele. O pară va aparţine altei categorii, chiar dacă ea seamănă cu un măr etalon mai mult decât un alt măr cu o formă neobişnuită, atipică.

Axioma (2) exprimă ideea că distanţa sau disimilaritatea dintre doi itemi este simetrică: diferenţa sau disimilaritatea lui *a* faţă de *b* este identică cu disimilaritatea lui *b* faţă de *a*. Comparând pe *a* cu *b*, atunci numărul de trăsături ale lui *a*, care sunt similare cu caracteristicile lui *b*, este egal cu numărul de trăsături ale lui *b*, similare cu ale lui *a*.

Axioma (3) indică faptul că cea mai mică distanţă (disimilaritate) se află între doi itemi aflaţi pe o linie dreaptă în spaţiul bidimensional. Altfel spus, două lucruri seamănă mai mult între ele decât ambele cu al treilea.

Să exemplificăm acum cele spuse prin referire la figura 4.2. Oricare item al unei categorii e reprezentat printr-un punct, reprezentând distanţa sau disimilaritatea minimă reprezentabilă în spaţiu (1). Distanţa dintre o „lămâie" şi un „fruct" este constantă şi simetrică, echivalentă cu distanţa dintre un „fruct" şi o „lămâie" (2). În fine, distanţa (disimilaritatea) dintre „lămâie" şi „măslină" e mai mică decât distanţa dintre „lămâie" şi „portocală", plus distanţa dintre „portocală" şi „măslină". Altfel spus, gradul de similaritate dintre „lămâie" şi „măslină" este mai mare (sau cel mult egal) cu gradele de similaritate însumate ale fiecăreia faţă de „portocală" (3). Reluând cele spuse într-un limbaj mai puţin tehnic, cele trei axiome susţin că operaţiile care duc la stabilirea de categorii pe baza similarităţii se bazează pe următoarele reguli sau constrângeri: (a) – în orice situaţie, elementele aceleiaşi categorii au mai multe caracteristici similare sau comune între ele decât cu elementele altor categorii (axioma 1); (b) – numărul de caracteristici ale lui *a*, similare cu caracteristicile lui *b*, pe care le putem evoca din memorie este egal cu numărul de caracteristici similare ale lui *b* cu *a*, stocate în memorie (axioma 2); (c) – gradul de similaritate dintre două categorii este mai mare (sau cel puţin egal) cu gradul de similaritate al ambelor faţă de o a treia categorie; două categorii au mai multe caracteristici comune decât ambele cu a treia (axioma 3). Modelul computaţional geometric susţine, aşadar, că dacă sistemul cognitiv primeşte ca input o mulţime de stimuli între care sunt diverse grade de similaritate, categoriile pe care el le va institui sunt rezultatul unor procesări ale gradelor de similaritate după regulile menţionate mai sus. Gradele de similaritate – sau, mai precis, inversul ei, disimilaritatea – sunt exprimate prin distanţe într-un spaţiu bidimensional.

Modelarea geometrică a relaţiilor de similaritate inter- şi intracategoriale nu este o simplă transcriere într-un alt limbaj a unei realităţi cunoscute, ci o abordare la nivel computaţional a acestor relaţii, care permit realizarea categorizării prin mijloace mecanice, de către sistemele artificiale inteligente. În acelaşi timp, modelul în cauză caută să evidenţieze constrângerile sau regulile care stau la baza categorizării efectuate de subiectul uman. O abordare computaţională a categorizării nu are

numai relevanţă tehnologică. Ea poate genera predicţii asupra procesării cognitive a itemilor categorizaţi. De pildă, reprezentarea geometrică a similarităţii dintre diverse tipuri de culori a putut prezice cu exactitate gradul în care un lot de subiecţi supuşi unui test de memorie a culorilor urma să le confunde în probe de reproducere sau recunoaştere (Shepard, 1974). Culorile cu disimilaritatea cea mai mică erau cele mai frecvent confundate în testul de reamintire ulterior. Modelul computaţional-geometric a generat deocamdată predicţii valide în cazul categorizării itemilor perceptivi: culori, forme, intensitatea sunetelor etc.

El s-a dovedit mai puţin viabil în reprezentarea relaţiilor de similaritate dintre categoriile abstracte. Mai mult decât atât, A. Tversky (1974) a supus atenţiei o serie de situaţii care contrazic axiomele aflate la baza modelului geometric. Aşadar, el a pretins că prelucrarea similarităţii în vederea stabilirii categoriilor nu se face pe baza regulilor exprimate de axiomele modelului geometric. Cu privire la *axioma minimalităţii*, el consideră că membrii categoriilor familiare sau pe care le cunoaştem mai bine sunt mai similari între ei decât membrii categoriilor nefamiliare sau mai puţin cunoscute. De pildă, considerăm mult mai asemănătoare două mere decât două nuci de cocos. Cu cât ştim mai multe despre elementele unei categorii, cu atât mai uşor ne reamintim caracteristici comune, deci gradul de similaritate creşte. Cu cât ştim mai puţine lucruri, cu atât numărul de caracteristici comune este mai redus, deci gradul de similaritate – mai redus.

În privinţa *axiomei simetriei*, Tversky observă că adesea relaţiile de similaritate între doi itemi nu sunt simetrice. Similaritatea unui item mai puţin cunoscut cu un item binecunoscut (familiar) este mai mare decât similaritatea itemului cunoscut cu cel nefamiliar. Dacă ni se cere să listăm toate caracteristicile unui item nefamiliar *a* care îl face asemănător cu un item familiar *b*, iar apoi ni se cere să listăm toate caracteristicile lui *b* care îl aseamănă cu *a*, vom constata că cele două liste nu sunt egale. Prima listă este mai redusă decât cea de a doua. De exemplu, considerăm că mărul seamănă mai mult cu o nucă de cocos, decât nuca de cocos cu mărul. Din punct de vedere logic, pot suna straniu astfel de afirmaţii; nu însă şi din punct de vedere psihologic. Cunoaştem mai multe dintre proprietăţile unui exemplar familiar decât proprietăţile exemplarului nefamiliar. În consecinţă, putem să activăm în memorie mai multe proprietăţi ale exemplarului bine cunoscut care să fie similare cu ale exemplarului nefamiliar. Dacă judecăm similaritatea „nucii de cocos" cu cea a „mărului", putem activa numeroase proprietăţi ale mărului care să fie similare cu proprietăţile nucii de cocos. Reciproca nu e valabilă: pentru itemul nefamiliar putem activa mai puţine caracteristici pe care să le punem în corespondenţă cu proprietăţile itemului familiar. Aşadar, dacă evaluăm similaritatea „mărului" cu „nuca de cocos", putem să evocăm mai puţine caracteristici ale nucii de cocos care sunt similare cu proprietăţile mărului, deoarece ştim mai puţine lucruri despre nuca de cocos, decât despre măr.

Deosebirile de nivel de activare a doi itemi stocaţi în memorie – unul familiar (bine cunoscut), altul nefamiliar (puţin cunoscut) – şi numărul diferit de proprietăţi ale acestora pe care le putem evoca determină asimetria relaţiilor de similaritate.

Ceea ce pare absurd logic este, aşadar, valid din punct de vedere psihologic. Relaţia de similaritate nu este simetrică. Exemplarul cunoscut e considerat mai asemănător cu exemplarul necunoscut decât invers. Această asimetrie nu este inerentă obiectelor respective, ci e determinată de cunoştinţele inegale pe care le avem despre ele.

În fine, axioma inegalităţii generează predicţii care au fost infirmate. Conform axiomei, asemănarea dintre un tractor şi un automobil şi a unui automobil cu o combină de recoltat grâul trebuie să fie mai mică decât asemănarea dintre un tractor şi o combină. Ceea ce nu se adevereşte (Miclea, cercetare în curs de desfăşurare).

Am specificat anterior că aceste axiome sunt idealizări. În consecinţă, aceste contraexemple nu înseamnă abandonarea completă a modelului geometric, ci limitarea lui. Modelul s-a dovedit viabil pentru reprezentarea itemilor perceptivi. S-ar putea să facă dovada unor aplicaţii interesante în studiul relaţiilor interculturale. Oricum, investigarea limitelor şi valenţelor sale este abia la început. O ameninţare mai serioasă la adresa modelului geometric survine chiar din înseşi caracteristicile acestei reprezentări. Reprezentarea adecvată a relaţiilor de similaritate dintre mai mulţi itemi reclamă înmulţirea dimensiunilor spaţiale. Cu cât numărul de itemi este mai mare, cu atât mai multe dimensiuni spaţiale sunt necesare pentru reprezentarea adecvată a relaţiilor dintre aceştia. Pentru cei 20 de itemi din figura 4.2 ar fi necesar un spaţiu cu nouă dimensiuni. Spaţiul bidimensional poate exprima corect relaţia de vecinătate imediată (= itemul cel mai similar) doar pentru cinci dintre itemi. Pe scurt, înmulţirea itemilor aflaţi în relaţii de similaritate reclamă înmulţirea dimensiunilor spaţiale în care ei să fie corect reprezentaţi, astfel încât reprezentarea unui item să satisfacă în mod concomitent toate constrângerile impuse de toţi ceilalţi itemi. Proiecţia geometrică a modelului computaţional implică, aşadar, dificultăţi greu de surmontat.

4.3.2 Modelarea computaţional-ansamblistă

Modelul ansamblist sau al trăsăturilor, cum se mai numeşte în literatura de specialitate, a fost elaborat de A. Tversky (1974). El porneşte de la ideea reprezentării unei categorii printr-o mulţime de caracteristici ale membrilor săi. Similaritatea dintre două categorii creşte în funcţie de numărul de caracteristici comune şi scade în funcţie de numărul de caracteristici specifice. Fiind date oricare două categorii *i* şi *j*, reprezentate fiecare printr-o mulţime de caracteristici *I* şi *J*, similaritatea dintre cei doi itemi se stabileşte pe baza ecuaţiei:

$$(4) \quad \mathrm{Sim}(I,J) = af(I \cap J) - bf(I - J) - cf(J - I)$$

unde *f* este o funcţie care stabileşte ponderea fiecărei caracteristici din cele două mulţimi *I* şi *J*, iar *a*, *b*, *c*, sunt parametrii care indică importanţa pe care o au cele trei mulţimi de trăsături comune, trăsături specifice lui *I* şi trăsături specifice lui *J*. Dacă trăsăturile comune ($I \cap J$) sunt mai importante decât cele specifice lui *I*, exprimate prin ($I - J$) sau cele specifice lui *J*, exprimate în formulă prin ($J - I$), atunci $a > b \cup c$. Importanţa lor poate fi identică, caz în care $a = b = c$. Aşadar, suporterii

acestui model susţin că operaţia de categorizare presupune descompunerea itemului într-o mulţime de trăsături. Aceste trăsături comune cu ale altor itemi sau strict specifice sunt ponderate. Categorizarea rezultată este în funcţie de ponderea proprietăţilor specifice şi comune ale itemilor categorizaţi.

Din punct de vedere ştiinţific, un model este mai viabil decât concurentele sale dacă explică ceea ce acestea au explicat deja şi ceva în plus. Vom ilustra modul în care modelul ansamblist poate reproduce rezultatele reliefate de modelul geometric, dar, în plus, e compatibil şi cu contraexemplele furnizate de Tversky. Preluăm un exemplu de la Smith şi colab. (1988). Unui grup de 30 de subiecţi i s-a cerut să listeze caracteristicile a 15 tipuri de fructe, precum şi ale categoriei fruct. Pentru exemplificare, am reţinut numai caracteristicile cu frecvenţa cea mai ridicată ale primelor opt tipuri, plus categoria însăşi de fruct. Pentru simplicitate, valoarea funcţiei f = 1, adică nici o trăsătură nu e socotită mai importantă decât celelalte, deci a = b = c. Valorile parametrilor *a*, *b*, *c* rămân nespecificate pentru a uşura calculele (ele vor fi specificate într-unul din exemplele ulterioare). Datele din tabelul 4.1 ilustrează faptul că similaritatea dintre elementele unei categorii este mai mare decât similaritatea cu elementele oricărei alte categorii complementare. În plus, se poate observa că similaritatea dintre exemplarele categoriilor cunoscute este mai mare decât similaritatea dintre exemplarele categoriilor mai puţin cunoscute, despre care avem mai puţine cunoştinţe.

Tabelul 4.1. *Calculul similarităţii minimale*

Măr (M)	Măr (M)	Rodie (R)	Rodie (R)
roşu	roşu	roşie	roşie
rotund	rotund	rotundă	rotundă
tare	tare		
dulce	dulce		
creşte în pom	creşte în pom		
Sim(M,M) = a(5) - b(0) - c(0); Sim(R,R) = a(2) - b(0) - c(0)			

Subiecţii cunosc mai multe caracteristici ale exemplarelor din categoria măr, deoarece aceasta este o categorie familiară. Ca atare, similaritatea dintre oricare două exemplare ale categoriei este ridicată. Dimpotrivă, „rodia" fiind un fruct nefamiliar, numărul de caracteristici evocate de subiecţi este mai redus. Pe baza calculului similarităţii minimale, conform (4), „mărul" este mai similar cu el însuşi - mai uşor de recunoscut în contexte diferite - decât „rodia". Cu alte cuvinte, ne este mult mai uşor să recunoaştem obiectele din categoria „măr", decât elementele din categoria „rodie". Chiar dacă stimulul supus categorizării nu-şi relevă toate proprietăţile, dacă face parte dintr-o categorie familiară, lui îi rămân încă suficiente caracteristici manifeste, pe baza cărora îl putem categoriza. Ceea ce nu e cazul pentru categoriile nefamiliare. Pe baze strict computaţionale se poate reproduce, aşadar, un efect experimental invocat de Tversky (1974).

Tabelul 4.2 vizează simetria, arătând că modelul ansamblist e compatibil cu asimetria unora dintre relaţiile de similaritate, neexcluzând însă simetria lor.

Tabelul 4.2. *Calculul similarităţii - simetria*

Rodie (R)	Măr (M)	Măr (M)	Rodie (R)
roşie	roşu	roşu	roşie
rotundă	rotund	rotund	rotundă
	tare	tare	
	dulce	dulce	
	creşte în pom	creşte în pom	
Sim(R,M) = a(2) - b(0) - c(3);		Sim(M,R) = a(2) - b(3) - c(0)	

Condiţie : $b \geqslant c$.

Similaritatea de semn negativ este disimilaritate. Un item nefamiliar (ex: rodia) seamănă mai mult cu un item familiar (ex: mărul). Acest lucru se realizează deoarece pentru itemul familiar se pot evoca din memorie mai multe proprietăţi decât pentru itemul mai puţin cunoscut. Dacă proprietăţile specifice ale mărului (neîmpărtăşite de rodie) sunt socotite mai importante decât proprietăţile specifice ale rodiei, deci $b > c$, atunci rodia seamănă mai mult cu mărul decât mărul cu rodia. Aşadar, dacă $b > c$, atunci Sim(M,R) are semn negativ, adică este disimilaritate, şi este mai mare decât disimilaritatea sau similaritatea negativă când se calculează Sim(R,M). Ceea ce revine la a spune că disimilaritatea mărului faţă de rodie e mai mare decât disimilaritatea rodiei faţă de măr.

Tabelul 4.3 arată că modelul ansamblist satisface atât axioma inegalităţii în triunghi, cât şi unele cazuri particulare în care aceasta este încălcată. Dacă trăsăturilor comune li se afectează o importanţă mai mare decât trăsăturilor specifice ($a > b \vee a > c$), atunci lămâia este similară cu portocala şi portocala e similară cu caisa, dar lămâia nu e similară cu caisa. Printr-o reponderare a parametrilor *a*, *b* şi *c* este satisfăcută şi axioma inegalităţii.

Tabelul 4.3. *Calculul similarităţii - inegalitatea*

Lămâia (L)	Portocala (P)	Portocala (P)	Caisa (C)	Lămâia (L)	Caisa (C)
galbenă	portocalie	portocalie	roşie	galbenă	roşie
ovală	rotundă	rotundă	rotundă	ovală	rotundă
acră	dulce	dulce	dulce	acră	dulce
creşte	creşte	creşte	creşte	creşte	creşte
în copac	în copac	în copac	în copac	în copac	în copac
conţine	conţine	conţine		conţine	
acid citric	acid citric	acid citric		acid citric	
tropicală	tropicală	tropicală		tropicală	
		Sim(L,P)=a(3)-b(3)-c(3); Sim(P,C)=a(3)-b(3)-c(1); Sim(L,C)=a(1)-b(5)-c(3).			

În fine, tabelul 4.4 ilustrează faptul că o categorie poate fi în vecinătatea imediată a mai multora dintre membrii săi.

Tabelul 4.4. *Categoria ca vecinătate imediată pentru elementele sale*

Măr (M)	Prună (P)	Măr (M)	Fruct (F)
roşu	roşie	roşu	roşu
rotund	rotundă	rotund	rotund
tare	moale	tare	tare
dulce	dulce	dulce	dulce
creşte în pom	creşte în pom	creşte în pom	
Sim(M,P) = a(4) - b(1) - c(1); Sim(M,F) = a(4) - b(1) - c(0)			

Tabelul ilustrează faptul că „pruna" este foarte similară cu „mărul", dar categoria de fruct este şi mai similară cu categoria de măr. Acest lucru e posibil deoarece categoria de fruct este mai abstractă decât cea de măr, deci are mai puţine lucruri specifice decât o categorie de acelaşi nivel de generalitate (prună).

În rezumat, modelul ansamblist postulează faptul că prelucrarea similarităţii în vederea categorizării se poate reduce la o singură regulă, cea exprimată de axioma (4). Aşadar, dacă avem ca input o mulţime de obiecte pe care trebuie să le categorizăm, trăsăturile lor specifice şi cele comune, ponderate într-un anumit fel, pe baza regulii exprimate prin axioma (4), duc în cele din urmă la stabilirea categoriilor corespunzătoare.

Modelul ansamblist (varianta prezentată de noi după Tversky 1974, care se mai numeşte şi modelul contrastului - *contrast model*) întâmpină o serie de probleme. Astfel, i se reproşează că nu oferă o procedură explicită, standardizată de stabilire a caracteristicilor unei categorii. De regulă, se utilizează un lot de subiecţi care sunt solicitaţi să listeze proprietăţile unor categorii şi/sau ale membrilor acestora, reţinându-se apoi trăsăturile cel mai frecvent menţionate. Fără a intra în detalii, să admitem că o astfel de procedură este lucrativă, dar suficient de grosieră şi imprecisă.

În al doilea rând, modelul ansamblist nu oferă o teorie explicită a funcţiei *f*. Este de presupus ca una şi aceeaşi caracteristică prezentă la două exemplare ale unei categorii să aibă ponderări diferite. De pildă, dezadaptarea şcolară este o caracteristică prezentă atât pentru categoria intelect de limită, cât şi pentru delincvenţă juvenilă, dar în primul caz este o caracteristică esenţială, în al doilea - una de importanţă mai redusă, ca atare, ponderea lor în calculul similarităţii ar trebui să fie diferită. Modul cum trebuie asignată această funcţie, deci teoria funcţiei *f*, nu e specificat de model.

Fiind construit pentru nivelul computaţional al categorizării, modelul ansamblist nu oferă nici o sugestie asupra modului cum e realizat acest calcul la nivel algoritmic-reprezentaţional: secvenţial sau în paralel, şi dacă se realizează secvenţial - în ce ordine? Pe scurt, nivelul procedural sau algoritmic este absent în modelul ansamblist. În plus, el presupune aditivitatea caracteristicilor luate în calculul similarităţii, fără a argumenta această supoziţie.

Am menţionat aceste dificultăţi cu care se confruntă modelul ansamblist, deoarece de rezolvarea lor depinde perfecţionarea modelului sau abandonarea lui. Oricum, acest model s-a dovedit mai cuprinzător decât modelul geometric, deoarece nu porneşte de la idealizările conţinute în axiomele celui din urmă, Aceste axiome descriu un caz particular în calculul similarităţii. Revine actualei generaţii de psihologi cognitivişti sarcina dezvoltării acestor modele.

4.4. Reprezentarea mentală a categoriilor

O categorie – o clasă de obiecte reale sau imaginare instituită pe baza similarităţii fizice sau funcţionale – capătă o anumită etichetă lingvistică în limbajul natural – un termen sau o perifrază. Această „carcasă lingvistică" – cum ar spune R. Carnap – nu este identică cu reprezentarea cognitivă sau mintală a unei categorii. Putem dobândi, de exemplu, încă din al treilea an de viaţă cifrele (= expresiile lingvistice ale numerelor), dar abia mai târziu înţelegem categoria de număr natural. Reprezentarea mentală (cognitivă) şi lexemele care desemnează o categorie sunt lucruri diferite. În mod tradiţional s-a considerat că proiecţia mentală a unei categorii este conceptul său. Aşa cum am arătat şi la începutul acestui capitol, adesea s-a făcut confuzie între categorii şi concepte. Logica tradiţională, şi o bună parte din logica simbolică actuală, se fundamentează pe reprezentarea conceptuală a categoriilor. Cercetările experimentale din ultimele decenii au probat existenţa unei alte reprezentări mintale a categoriei – prototipul. Atât prototipul, cât şi conceptul sunt reprezentări simbolice, înscriindu-se în modelul clasic-simbolic. În fine, din perspectiva modelărilor conexioniste, ambele nu sunt decât emergenţe ale unor structuri subsimbolice. O categorie e reprezentată, aşadar, printr-un pattern specific al valorilor de activare într-o reţea neuromimetică. Vor fi analizate pe rând aceste tipuri de reprezentări.

4.4.1. Conceptul

Conceptul unei categorii se exprimă printr-o definiţie ce cuprinde toate caracteristicile necesare şi suficiente ale clasei respective. Pe baza acestor caracteristici se poate stabili fără echivoc apartenenţa sau neapartenenţa unui item la clasa respectivă. De exemplu, clasa triunghiurilor este reprezentată mental prin conceptul de triunghi: o figură geometrică închisă cu trei laturi şi trei unghiuri a căror sumă este de 180 grade. Orice figură geometrică ce satisface aceste caracteristici, în mod necesar şi suficient, va fi considerată membru al categoriei triunghi. Similar stau lucrurile cu alte figuri geometrice: pătrat, cerc, trunchi de piramidă etc., dar şi cu categorii din realitatea cotidiană. De pildă, unchi este orice bărbat care e fratele unuia dintre părinţi; o mare parte din categoriile juridice (ex.: moştenitor, tutore, procură, infracţiune etc.) sunt reprezentate mental prin conceptul corespunzător. Cu alte

cuvinte, operarea cu aceste categorii e mediată de operarea asupra conceptelor corespunzătoare. Instituirea categoriei este determinată de corectitudinea conceptului aferent dobândit de către subiect. Dacă subiectul are o definiţie eronată a conceptului de tutore, categoria de elemente care satisface proprietăţile tutorelui nu este cea corectă. O definiţie incorectă sau incompletă – conceptul fiind forma contrasă a unei definiţii – implică o clasificare nevalidă, un decupaj incorect al mediului în care trăim. Operarea asupra conceptelor mediază înţelegerea categoriilor corespondente.

Dacă stabilirea trăsăturilor necesare şi suficiente pentru definirea unei categorii ar fi o treabă uşoară, probabil că povestea noastră s-ar opri aici. Din păcate, această sarcină e extrem de dificilă, în marea majoritate a cazurilor. Chiar în domeniul lor de expertiză oamenii nu pot oferi definiţii incontestabile ale conceptelor cu care operează zilnic. Cu cât este mai complexă o categorie, cu atât mai dezarmantă este mulţimea definiţiilor care i se dau. Ca exerciţiu, încercaţi să definiţi un obiect banal cum este o masă. Încercaţi apoi să aflaţi dacă prietenul dumneavoastră extrage aceleaşi trăsături necesare şi suficiente. Dezacordul va fi flagrant. Pe de altă parte, uşurinţa cu care operăm cu aceste categorii ne sugerează că reprezentarea lor mintală este de altă natură decât conceptuală, căci altfel, dacă am opera cu conceptele corespunzătoare, conceptele fiind greu de apropriat, procesarea informaţiei despre categorii ar fi extrem de dificilă.

Una dintre consecinţele imediate ale reprezentării conceptuale vizează echipotenţialitatea elementelor unei categorii. Orice membru poate să reprezinte la fel de bine categoria din care face parte. Orice exemplar al unei categorii trebuie să reprezinte la fel de bine categoria respectivă ca oricare altul. Or, cercetările experimentale au pus în evidenţă *efectul prototipicalităţii :* unele elemente sunt considerate mai tipice pentru o categorie decât altele ; unii membri ai categoriei respective sunt mai reprezentativi pentru categoria respectivă decât alţii. Mărul sau para sunt considerate exemplare mai reprezentative pentru clasa fructe decât avocado sau rodia. Bucuria sau tristeţea sunt emoţii mai tipice decât extazul. Un blond înalt, cu ochi albaştri este mai tipic pentru categoria cetăţean suedez decât un mulatru, cu păr creţ. Prezenţa efectului prototipicalităţii a fost confirmată, până în prezent, de peste 50 de studii, utilizând diverse tipuri de categorii şi manipulări experimentale. Incompatibilitatea reprezentărilor conceptuale cu ubicuitatea efectului prototipicalităţii – întâlnit de la categoriile naturale la emoţii şi percepţia socială – este încă un argument al insuficienţei reprezentării categoriilor prin concepte. Conceptul nu este, aşadar, singurul mod de reprezentare cognitivă/mentală a categoriilor (vezi Radu, Miclea, 1991).

4.4.2. Prototipul

Într-o serie de studii publicate începând cu deceniul opt, E. Rosch (1976, 1980) a acreditat ideea reprezentării mentale a categoriilor pe bază de prototip. Ulterior, cercetările de acest gen s-au extins, termenul de prototip primind două accepţiuni uşor diferite (vezi Medin, 1989, pentru o pertinentă analiză). Într-o primă accepţiune,

prototipul se referă la unul sau mai multe exemplare reale, care apar cu cea mai mare frecvenţă când se cere exemplificarea unei categorii sau care au cea mai mare valoare de prototipicalitate. Pentru identificarea acestor exemplare prototipice sunt utilizate, de regulă, trei proceduri.

Prima dintre aceste proceduri constă în construirea unei scale în şapte trepte pe care un lot de subiecţi trebuie să evalueze măsura în care fiecare dintre exemplarele listate ale unei categorii este socotit reprezentativ pentru categoria respectivă (1 - nereprezentativ, 7 - deosebit de reprezentativ). Ulterior, se ordonează aceste exemplare în funcţie de media valorilor obţinute pe scala respectivă, ordonându-se pe ranguri sau grade de prototipicalitate. Tabelul 4.5 consemnează rezultatele unei astfel de cercetări asupra prototipicalităţii categoriilor „fructe" şi „păsări".

Tabelul 4.5. *Gradul de prototipicalitate pentru 15 exemplare din categoriile „fructe şi păsări"* (după Malt şi Smith, 1984)

Rang	Fructe	Evaluare	Păsări	Evaluare
1	măr	6,25	barză	6,89
2	piersică	5,81	sturz	6,42
3	pară	5,25	pescăruş	6,26
4	strugure	5,13	rândunică	6,16
5	căpşună	5,00	şoim	5,74
6	lămâie	4,86	coţofană	5,47
7	afină	4,56	graur	5,16
8	pepene	4,06	bufniţă	5,00
9	stafide	3,75	vultur	4,84
10	smochină	3,38	pietroşel	4,47
11	nucă de cocos	3,06	găină	3,95
12	rodie	2,50	flamingo	3,37
13	avocado	2,38	albatros	3,32
14	dovlecel	2,31	pinguin	2,63
15	măslină	2,25	liliac	1,53

Aşa cum se poate observa din tabel, mărul, piersica şi para sunt fructe mult mai tipice decât avocado, dovlecelul şi măslina. Similar, barza este cel mai semnificativ exemplar al clasei păsări, liliacul - cel mai puţin reprezentativ sau atipic.

O a doua procedură pentru stabilirea prototipurilor sau exemplarelor tipice, se bazează pe măsurarea timpului de reacţie. Unui lot de subiecţi li se prezintă câte un exemplar al unei categorii şi li se cere să răspundă, cât pot de repede, dacă acesta aparţine sau nu categoriei respective. Se porneşte de la supoziţia că timpul de reacţie va fi mai scurt pentru a răspunde corect în cazul exemplarelor tipice decât în cazul exemplarelor atipice, deoarece exemplarele tipice sunt mai uşor de evocat. De pildă, apartenenţa exemplarelor barză şi rândunică la categoria păsări e decisă cu aproximativ 150-200 milisecunde mai rapid decât pentru flamingo, respectiv liliac.

A treia procedură constă în a solicita unui eşantion semnificativ de subiecţi să listeze în timp de 90 de secunde cât mai multe exemple ale unei anumite categorii. Se stabileşte frecvenţa menţionării fiecărui exemplar, tipicalitatea fiind în funcţie de frecvenţa aferentă în intervalul de timp menţionat.

Toate cele trei proceduri au ca rezultat stabilirea unei scale de tipicalitate sau prototipicalitate ale elementelor unei categorii. Acei membri ai categoriei cu tipicalitatea cea mai ridicată sunt socotiţi prototipuri ai categoriilor respective. Se consideră că reprezentarea mentală a categoriei se face prin aceste exemplare-tip sau prototipuri. Când operăm mental asupra categoriei fructe, de pildă, avem în vedere, de fapt, câteva dintre exemplarele acesteia (mărul, para, piersica), nu conceptul de fruct, cu trăsăturile sale necesare şi suficiente pe care îl definim cu atâta dificultate. Aşadar, reprezentarea mintală a categoriei se face prin câteva exemplare-tip sau prototipuri ale categoriei respective. *Stabilirea apartenenţei unui item la o categorie se realizează prin compararea acestuia cu prototipurile categoriei, nu prin stabilirea măsurii în care el satisface caracteristicile necesare şi suficiente ale clasei respective.* Dacă gradul de similaritate dintre un element şi prototipul categoriei respective este ridicat, apartenenţa elementului respectiv la categoria în cauză va fi decisă într-un timp scurt. De exemplu, apartenenţa pescăruşului la categoria păsări este stabilită mai rapid decât apartenenţa pinguinului la aceeaşi clasă, deoarece similaritatea cu prototipul (barza) este diferită. Cu cât similaritatea este mai redusă, cu atât apartenenţa este mai greu de stabilit. Prototipurile au aceeaşi funcţie ca şi caracteristicile necesare şi suficiente: de maximizare a similarităţii intracategoriale şi minimizare a similarităţii intercategoriale. Categorizarea, sau stabilirea apartenenţei la o clasă, pe baze conceptuale are cel puţin două consecinţe: a) *omogenizarea clasei* – fiecare exemplar al unei categorii fiind la fel de reprezentativ pentru categorie ca oricare altul; şi b) *circumscrierea exactă a categoriei* – pentru orice item putându-se stabili univoc dacă aparţine sau nu clasei respective. Categorizarea pe bază de prototipuri are consecinţe diferite: clasa nemaifiind omogenă, exemplarele categoriei diferind în funcţie de gradul lor de prototipicalitate, iar graniţele categoriei fiind vag circumscrise. Pe scurt, reprezentarea mentală a categoriei sub formă de prototipuri poate explica efectul prototipicalităţii şi de prezenţa mulţimilor vagi (= pentru care nu se poate specifica cu certitudine dacă un item aparţine sau nu mulţimii respective)[4].

În a doua concepţie, prototipul nu vizează un *exemplar real* al categoriei, ci un *exemplar ideal*, un portret-robot care însumează caracteristicile mai multor membri ai categoriei. Se presupune că din contactul cu diverse exemplare ale unei categorii, subiectul uman abstrage tendinţa medie sau prototipul categoriei respective. Apartenenţa unui item la o categorie se face prin măsurarea similarităţii sale cu acest exemplar ideal sau portret robot, rezultat din aglutinarea mai multor exemplare individuale. O mulţime de investigaţii (Nosofsky, 1987, Oden, 1987 etc.) au relevat că diagnosticul multor tulburări somatice sau psihice se realizează prin raportarea

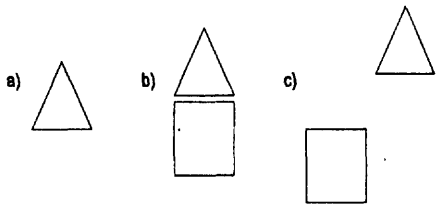
4. Mulţimile vagi sau nuanţate, cum le numeşte Gr. Moisil, fac obiectul unor investigaţii intense în matematica contemporană.

unei simptomatologii la prototipul tulburării respective. Chiar *Diagnosis and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM-IIIR)* favorizează o astfel de optică. Diagnosticul de depresie, de pildă, se face prin raportarea simptomatologiei unei persoane la portretul-robot al depresiei. Un pacient e considerat depresiv dacă are o dispoziţie disforică şi dacă are – pentru cel puţin două săptămâni – măcar cinci din cele nouă simptome ale depresiei. Datele obţinute din analiza modului în care se realizează diagnosticul arată că diagnosticul nu se face prin căutarea fiecăruia dintre aceste simptome la o persoană, ci prin raportare la portretul-robot obţinut pe baza experienţei anterioare.

Cele două accepţiuni ale termenului de prototip nu sunt chiar atât de diferite cât pretind fanii lor. Credem că, mai degrabă, ele indică *grade diferite de abstractizare*. Într-o ierarhie a abstractizării unei categorii, la vârf s-ar afla conceptul, la bază – exemplarul real tipic, iar într-o poziţie intermediară – exemplarul ideal sau „portretul-robot". Esenţială rămâne, totuşi, diferenţa dintre prototip şi concept.

Cele două tipuri de reprezentări mentale ale categoriilor, deşi diferite, nu sunt mutual exclusive. O persoană poate opera atât cu conceptul unei categorii, cât şi cu prototipul acesteia. Dobândirea conceptului nu exclude utilizarea prototipului. Reamintind definiţia triunghiului prezentată anterior, autorul vă invită să încercaţi să desenaţi un triunghi, înainte de a citi mai departe acest text. E probabil că aţi desenat un triunghi isoscel sau echilateral, ca cel din figura 4.3.a. E puţin probabil să fi desenat un triunghi oarecare.

Fig. 4.3. *Prototipicalitate şi concept*



Cunoaşteţi, cu siguranţă, relaţia deasupra sau dedesubt. Încercaţi să desenaţi un triunghi deasupra unui pătrat. Este iarăşi foarte probabil să fi desenat triunghiul în prelungirea axei ordonate ca în figura 4.3.b., iar nu ca în figura 4.3.c.

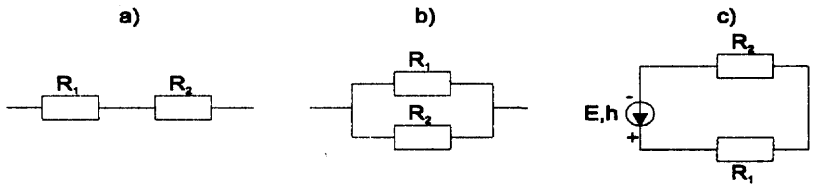
Aceeaşi utilizare a prototipurilor se poate vedea şi în cazul altor categorii ale căror concepte le cunoaştem. Efectul prototipicalităţii e prezent nu numai în cazul categoriilor de obiecte, ci şi în cazul categoriilor de acţiuni. De pildă, solicitaţi unei persoane din preajma dumneavoastră să unească două puncte printr-o linie. Veţi constata, în majoritatea cazurilor, că această acţiune se realizează prin unirea punctelor cu un segment de dreaptă, deşi se cerea doar unirea printr-o linie (nu neapărat dreaptă şi nu neapărat un segment). Utilizarea prototipurilor în locul conceptelor e responsabilă, în mare măsură, de ceea ce psihologii gestaltişti numeau „fixitatea funcţională" (Predescu, Radu, 1990).

Reprezentarea prototipică a categoriilor îşi pune amprenta asupra rezolvării de probleme şi a raţionamentului. Având adesea valenţe euristice considerabile şi fiind mai uşor de evocat din memorie decât conceptul, prototipul ghidează procesul rezolutiv. Exemplele pe care profesorul le oferă elevilor ca o ilustrare a unui anumit

tip de problemă, a unei anumite ecuaţii sau o categorie de fenomene sunt utilizate în rezolvări ulterioare mult mai frecvent decât este utilizat conceptul corespunzător categoriei respective. Utilizarea prototipurilor în rezolvarea de probleme poate uşura considerabil procesul rezolutiv, dar, în acelaşi timp, îl poate bloca sau orienta pe căi greşite.

De pildă, atunci când definesc noţiunile de legare în serie şi legare în paralel, profesorii de fizică oferă şi exemple concrete. În majoritatea cazurilor, aceste exemple sunt similare celor prezentate în figura 4.4. a,b,c.

Fig. 4.4. *Exemplificarea legării în serie şi a legării în paralel*:
a, b – exemple tipice pentru legarea în serie, respectiv în paralel; c – exemplu atipic.



În rezolvarea exerciţiilor ulterioare, elevii nu vor avea dificultăţi dacă acestea permit operarea cu exemplele prototip. Ei au însă dificultăţi în recunoaşterea sau construcţia unei legări atipice a rezistenţelor (figura 4.4.c). Dacă, în rezolvarea de probleme, subiecţii ar opera cu noţiunile corespunzătoare categoriilor şi nu cu prototipurile acestora, atunci lor le-ar fi la fel de facil să rezolve situaţii tipice ca şi pe cele atipice. Or, acest lucru nu are loc. Numărul de erori şi durata rezolvării este semnificativ mai mare în cazul problemelor a căror rezolvare reclamă utilizarea unor proceduri sau configuraţii neprototipice. (Pentru alte exemple în acest sens, vezi Predescu, Radu, 1990.) Prototipul se substituie adesea conceptului şi monitorizează procesul rezolutiv. Abia atunci când rezolvarea prin recursul la prototipuri nu reuşeşte, subiectul se repliază asupra conceptului corespunzător categoriei, care poate produce o decentrare salutară, reorientând căutarea soluţiei.

Reprezentarea prototipică a unei categorii nu exclude reprezentarea sa conceptuală. Unele categorii sunt reprezentate prin conceptul lor (ex. : categoriile juridice, categoriile abstracte), altele prin prototipul corespunzător (ex. : categoriile naturale). În fine, multe categorii au o dublă reprezentare, prototipică şi conceptuală, utilizarea uneia dintre ele fiind determinată de constrângerile contextului, accesibilitatea lor din memorie etc. Dezvoltarea intelectuală, mai precis a aparatului conceptual, nu poate fi echivalată mecanic cu trecerea de la prototip la concept. Deşi prototipurile sunt preeminente în copilărie, ele continuă să aibă o prezenţă continuă şi în sistemul cognitiv al adultului.

4.4.3. Prototipicalitate şi similaritate

Efectul prototipicalităţii poate fi reprodus de modelul computaţional-ansamblist, ceea ce este un argument în plus în favoarea validităţii sale ecologice. Pentru a ilustra această posibilitate a modelului ansamblist, Malt şi Smith (1984) au solicitat 30 de subiecţi să listeze, timp de 90 secunde, caracteristicile pentru fiecare dintre cele 15 exemple de păsări pe care le-au oferit, precum şi pentru categoria de pasăre. Tabelul 4.6 reţine numai 9 astfel de exemple şi 6 dintre trăsături. Dacă o caracteristică a fost listată de cel puţin doi subiecţi, pentru un tip de pasăre, s-a marcat în dreptul ei semnul +. Semnul – arată că, pentru un tip de pasăre, trăsătura respectivă a fost menţionată de un singur subiect (sau de nimeni). Ponderea sau importanţa unei caracteristici (= valoarea funcţiei *f*) este aceeaşi în toate situaţiile, echivalentă cu 1, ceea ce înseamnă că, pentru un exemplu de pasăre, ponderea trăsăturilor este echivalentă cu suma caracteristicilor menţionate. Parametrii *a*, *b* şi *c* au primit valori diferite: a = 1; b = 1/2; c = 1/4, considerându-se că trăsăturile comune (a) sunt mai importante decât cele specifice şi că, dintre cele specifice, cele aparţinând categoriei pasăre sunt mai importante decât cele aparţinând unui exemplar al categoriei (b > c).

Tabelul 4.6. *Efectul prototipicalităţii calculat în modelul ansamblist*

Trăsături	Prigorie	Sturz	Rândunică	Graur	Vultur	Pietroşel	Găină	Flamingo	Pinguin	Pasăre
zboară	+	+	+	+	+	+	–	–	–	+
cântă	+	+	+	+	–	+	–	–	–	+
are ouă	+	+	+	–	–	+	+	–	+	+
mică	+	+	+	+	–	+	–	–	–	+
are cuib în copaci	+	+	+	+	+	–	–	–	–	+
mănâncă insecte	+	+	+	+	–	+	–	–	–	+
Similaritatea cu categoria	6–0–0=6	6–0–0=6	6–0–0=6	5–0,5–0=4,5	2–2–0=0	5–0,5=4,5	1–2,5–0=–1,5	0–3–0=–3	1–2,5–0=–1,5	

Pe baza modelului ansamblist, putem genera următoarea ipoteză: cu cât gradul de similaritate dintre un exemplar şi categoria corespunzătoare este mai mare, cu atât prototipicalitatea acestuia este mai ridicată. Prototipicalitatea este, aşadar, în funcţie de similaritatea dintre un exemplar şi o categorie. Vom utiliza axioma (4).

Se poate observa că exemplarele cu gradul de prototipicalitate cel mai ridicat sunt şi cele cu similaritatea cea mai ridicată faţă de categorie.

4.4.4. Reprezentarea conexionistă

Spre deosebire de alte aspecte ale sistemului cognitiv, în cazul categorizării, abordarea clasic-simbolică (= reprezentarea conceptuală sau prototipică a unei categorii) şi abordarea conexionistă (= reprezentarea categoriei printr-o reţea de

neuromimi) nu sunt ireconciliabile. Diferenţele dintre ele sunt mai degrabă de nuanţă sau de stil de abordare propriu unui anumit cercetător decât de fond. Această asemănare se datorează asumpţiei fundamentale comune, şi anume că o categorizare rezidă din calculele efectuate asupra caracteristicilor stimulilor supuşi categorizării. Aceştia sunt descompuşi în trăsături similare sau specifice. În funcţie de ponderea acestor caracteristici se stabileşte apartenenţa la o categorie. Modelele conexioniste ale recunoaşterii, prezentate în 2.3.5, pot funcţiona la fel de bine ca modele ale categorizării. Inputul unei reţele care categorizează este format dintr-o mulţime de caracteristici ale obiectelor care trebuie categorizate. Nivelul de abstractizare a caracteristicilor care sunt codate de o reţea poate fi variabil. Pot fi proprietăţi fizice simple (ex.: o linie orizontală este o caracteristică a literei „E", sau proprietăţi complexe, mai abstracte (ex.: „are aripi" - pentru clasa păsări). În una şi aceeaşi reţea nu se pot reprezenta caracteristici de niveluri diferite de abstractizare, ceea ce constituie o serioasă limitare a reprezentării conexioniste a categorizării. De pildă, reţelele care categorizează literele mari de tipar nu pot fi antrenate ca, în acelaşi timp, să discrimineze între exemplarele clasei „păsări" şi ale clasei „mobile". Nivelul de abstractizare a caracteristicilor care constituie inputul unei reţele neuromimetice este stabilit de exploratorul reţelei. El decide dacă valorile de activare ale unităţilor input corespund unor proprietăţi fizice complexe (abstracte) sau unor proprietăţi simple. Una şi aceeaşi reţea nu poate opera cu caracteristici aparţinând unor niveluri de complexitate sau abstractizare diferite.

Outputul reţelei e constituit din una sau mai multe valori de activare care reprezintă numele categoriei respective. Reamintim încă o dată că reţelele neuronale sunt semantic-opace, adică ele nu au o semantică proprie. Semantica lor este instituită de exploratorul reţelei; el decide ce anume reprezintă sau semnifică o valoare a outputului ori un pattern al conexiunilor dintre unităţi. Ca atare, o reţea conexionistă poate să reprezinte o categorie pentru care avem un prototip sau concept, dimpreună cu eticheta lingvistică corespunzătoare, dar poate să reprezinte şi categorii pentru care nu avem etichete lingvistice în limbajul natural şi nici un prototip sau concept bine precizat. Ea se va comporta diferit cu exemplarele unor categorii diferite, aceasta înseamnă că ea categorizează stimulii. E nesemnificativ dacă stimulii respectivi sau categoriile corespunzătoare pot fi reprezentate simbolic.

Rezumând, obiectele sunt descompuse în caracteristicile lor - reprezentate prin valori de activare ale unităţilor input -, iar categorizarea (= unităţile output) este rezultatul ponderării dinamice a acestor caracteristici, ponderare realizată prin modularea tăriei conexiunilor dintre unităţi. Mai mulţi stimuli pot avea acelaşi set de caracteristici, dar ei aparţin unor categorii diferite, deoarece ponderea acordată acestor caracteristici este diferită. De pildă, atât oamenii cât şi peştii au proprietatea de a înota. Aceasta este însă o trăsătură esenţială a peştilor, nu şi a oamenilor. Prin urmare, ponderea ei va fi diferită pentru cele două categorii. În modelele conexioniste acest lucru se realizează prin ponderări diferite ale conexiunilor dintre unitatea input care reprezintă această caracteristică şi categoria (unitatea) output „peşti", respectiv „oameni".

Modelele conexioniste pot reproduce multe dintre rezultatele experimentale invocate de modelele clasic-simbolice. De exemplu, pot reproduce efectul prototipicalităţii, rapiditatea categorizării în funcţie de gradul de similaritate al exemplarului cu categoria etc. Aceste predicţii comune celor două categorii de modele l-au făcut pe Barsalou (1990) să susţină că ele sunt nediscriminabile experimental în multe situaţii. Într-o evaluare globală succintă putem spune că modelele conexioniste nu promit mai mult decât paradigma clasic-simbolică. Dimpotrivă, modelările actuale nu pot explica rapiditatea şi flexibilitatea cu care subiectul uman instituie categorii. O reţea conexionistă are nevoie de sute, chiar mii de epoci până să ajungă la o performanţă acceptabilă, comparabilă cu cea umană, dar chiar şi atunci poate opera numai cu caracteristici de la un anumit grad de abstractizare. Cât priveşte flexibilitatea categorizării, aceasta apare clar în instituirea categoriilor funcţionale. Animat de scopuri diferite, omul poate include în categorii diferite aceeaşi stimuli, într-un interval de timp extrem de scurt. În acest caz, se realizează, de fapt, o reponderare a caracteristicilor stimulilor pe baza intenţiilor subiectului sau a cerinţelor impuse de sarcina ce trebuie realizată. Pe scurt, asistăm la reponderarea conexiunilor pe baza analizei descendente. Or, procesarea descendentă a informaţiei, generată de baza mai largă de cunoştinţe a subiectului, e dificil de modelat în paradigma neoconexionistă.

4.5. Analiza descendentă şi categorizarea

Indiferent de modul de reprezentare a categoriei în sistemul cognitiv, sub formă de concept, prototip sau reţea neuronală, apartenenţa unui item la o clasă se realizează, conform modelelor anterioare, pe baza calculului similarităţii caracteristicilor acestora; considerarea similarităţii ca bază a categorizării se întemeiază pe următoarele asumpţii tacite: a) similaritatea dintre doi itemi creşte în funcţie de numărul de caracteristici comune şi descreşte în funcţie de numărul de caracteristici diferenţiale; b) se consideră că aceste caracteristici sunt independente şi aditive; c) caracteristicile luate în calcul se află la acelaşi nivel de abstractizare; d) similaritatea este suficientă pentru a descrie categorizarea.

Similaritatea singură nu ne poate ajuta să aflăm de ce folosim categoriile pe care le folosim şi nu altele. Oricare două lucruri pot avea infinite proprietăţi similare sau disimilare. Un tractor şi o libelulă pot avea o infinitate de similitudini: ambele fac zgomot, ambele pot ocupa infinite locaţii spaţiale, ambele sunt supuse legilor fizicii, ambele au o anumită culoare, ambele se pot deteriora sub influenţa ploii, zăpezii, vântului etc. În principiu, lista acestor proprietăţi comune ar putea fi continuată la infinit. Să luăm două molecule de apă. La prima vedere ele par absolut identice. După o clipă de gândire, putem deja începe să listăm o mulţime de caracteristici specifice, neasemănătoare: ambele se află în locaţii diferite, la un moment dat ambele pot interacţiona cu substanţe complet diferite (numărul acestor substanţe e

astronomic), ambele pot fi utilizate în scopuri diferite (aceste utilizări, dacă le-am lua în considerare, ar fi extrem de numeroase) etc. Pe scurt, oricare două elemente pot fi, în mod arbitrar, similare sau disimilare sub infinite aspecte – deci categorizate în aceeaşi clasă sau în clase diferite.

O categorizare aleatorie poate fi împiedicată dacă se ponderează caracteristicile elementelor supuse categorizării: unele trăsături devin mai importante decât altele. Abia ponderând trăsăturile respective vom putea stabili dacă două obiecte – care pot fi, în principiu, similare sau disimilare sub infinite aspecte – aparţin sau nu aceleiaşi categorii. În limbaj tehnic, aceasta revine la a specifica funcţia *f* de ponderare a trăsăturilor comparate dintre două elemente. Oricare două obiecte pot fi grupate în aceeaşi categorie sau în categorii diferite, în funcţie de ponderea diferită pe care o acordăm unuia şi aceluiaşi set de trăsături luate în calcul. O masă şi un scaun pot fi cuprinse în categoria „mobilă" dacă se acordă importanţa cea mai mare proprietăţii lor comune de a mobila o anumită încăpere. Ele fac parte din categorii diferite: clasa „masă" şi clasa „scaun" dacă, din ansamblul proprietăţilor pe care le au (inclusiv cea menţionată anterior), importanţa cea mai mare este acordată dimensiunii fizice (o masă este mai mare decât un scaun) şi funcţionalităţii lor în luarea micului dejun (o persoană se aşază pe scaun şi pune pâinea pe masă). Aşadar, prin ponderări şi reponderări succesive ale setului de trăsături, oricare două obiecte pot aparţine aceleiaşi categorii sau unor categorii total diferite.

Dacă clasificarea sau categorizarea presupune ponderarea caracteristicilor obiectelor, atunci calculul similarităţii nu e suficient pentru stabilirea apartenenţei unui element la o categorie. Mai exact, *similaritatea este o rezultantă a teoriilor noastre, nu punctul de început al categorizării*. Mai mult, se induce o stratificare a trăsăturilor luate în calcul: unele devin importante sau esenţiale, altele mai puţin importante, altele fiind lipsite de importanţă. Această stratificare este una dinamică, variind în funcţie de context, intenţionalitate sau cunoştinţele teoretice de care dispune subiectul. Categorizarea (pe baza similarităţii) devine, aşadar, o variabilă dependentă; ponderările diferite ale uneia şi aceleiaşi mulţimi de caracteristici sunt rezultante ale unor procese de analiză descendentă, generate de teoriile implicite de care dispune subiectul. Clasificarea este mai degrabă rezultatul unui proces de inferenţă decât al unei judecăţi de similaritate. Să presupunem că la un curs, unul dintre studenţi se dezbracă, se urcă pe bancă şi începe să cânte. Vom considera fie că are o tulburare psihică, fie că este beat. Dar aceste categorizări sunt rezultatul unor teorii implicite pe care le avem despre bolnavii psihici, sau despre efectele consumului de alcool, care duc la comportamente dezadaptative. Nu am recurs la o judecată directă asupra nivelului de similaritate, căci comportamentul descris mai sus seamănă foarte puţin cu cel specific unui bolnav psihic sau unui beţiv sau conceptelor lor corespunzătoare. Pe scurt, categorizarea a fost rezultanta unor procesări descendente iniţiate de concepţiile pe care le avem despre efectele consumului de alcool sau ale tulburărilor psihice.

Teoriile implicite pe care le posedă subiectul uman explică şi variaţia prototipului în funcţie de context. Iniţial, când E. Rosch a propus teoria prototipurilor, acestea erau considerate ca reprezentări invariante ale categoriilor. O categorie era reprezentată

mental prin unul şi acelaşi prototip, indiferent de context. Cercetările ulterioare au infirmat acest fapt: în contexte diferite, una şi aceeaşi categorie poate avea prototipuri diferite (Roth şi Shoben, 1983). De pildă, categoria „unelte de lucru" are o anumită reprezentare prototipică atunci când e vorba de intelectuali şi un alt prototip când vorbim de muncitorii din minele de cărbune. Limitându-ne doar la încă un exemplu, să ne închipuim că în ziarul local citim următoarele propoziţii:

(1) „Străbătând munţii, temerarii excursionişti şi-au luat cu ei şi câteva instrumente muzicale".

(2) „Filarmonica din oraşul nostru a comandat unei firme japoneze noi instrumente muzicale".

În ambele propoziţii apare categoria „instrumente muzicale". Înainte de a parcurge textul ulterior, invităm cititorul să dea exemple de instrumente muzicale care îi vin în minte în urma lecturii propoziţiilor (1), apoi (2). Ele sunt prototipurile prin care categoria în cauză e reprezentată în cele două contexte.

Este extrem de probabil ca exemplele evocate să fie diferite în cele două contexte. Chitara, muzicuţa, acordeonul sunt exemple tipice în contextul primei propoziţii. Orga electronică, sintetizatorul sau o vioară cu performanţe remarcabile formează prototipul reprezentării categoriei „instrumente muzicale" în contextul creat de a doua propoziţie. Aşadar, prototipurile sunt penetrabile cognitiv, variabile în funcţie de context. În contexte diferite, una şi aceeaşi categorie poate avea reprezentări prototipice diferite.

Dependenţa de context a reprezentărilor prototipice este determinată de cunoştinţele pe care un anumit context ni le activează. De pildă, ştim că o excursie în munţi solicită rezistenţa fizică a drumeţilor, astfel încât ei vor lua cu ei instrumente muzicale uşoare, care nu presupun alimentare electrică, sunt uşor de mânuit, nu cer o aptitudine muzicală peste medie etc. Pe de altă parte, cunoaştem că firmele japoneze excelează în aparatură electronică de înaltă fidelitate, că achiziţionarea unor instrumente muzicale de la o astfel de companie necesită plata în valută forte, care nu este la îndemâna filarmonicii, deoarece alocaţiile de la bugetul statului pentru cultură sunt reduse. Ca atare, dacă o filarmonică face o astfel de comandă, e foarte plauzibil ca ea să comande instrumente muzicale care nu pot fi produse de industria naţională, adică instrumente muzicale electronice de înaltă fidelitate etc. Toate aceste cunoştinţe, activate de context, printr-o serie de inferenţe, generează prototipuri diferite pentru aceeaşi categorie. Prototipul este, aşadar, doar „vârful aisbergului", o rezultantă temporară, contextuală a analizei descendente monitorizate de baza de cunoştinţe. Încălcarea acestui gen de constrângeri duce la efecte comice. Să ne închipuim, de pildă, un grup de excursionişti împovăraţi de greutatea rucsacurilor, spetindu-se să tragă după ei un sintetizator electronic pe care îl vor dărui cabanierului. Sau Filarmonica din Cluj achiziţionând, pe bani grei, un set de muzicuţe japoneze!

4.6. Învăţare implicită şi categorizare

Aşa cum s-a arătat mai înainte, categoriile pe care noi le utilizăm sunt rezultatul teoriilor de care dispunem la un moment dat. Utilizăm anumite categorii şi nu altele, pentru că avem o anumită bază de cunoştinţe, anumite intenţii, iar nu altele. Teoriile, naive sau ştiinţifice, de care dispune subiectul pot fi dobândite fie printr-o învăţare conştientă, intenţionată, fie printr-o învăţare inconştientă, neintenţionată sau implicită. În cele ce urmează ne vom pune problema măsurii în care cunoştinţele implicite ale subiectului influenţează operaţiile sale de categorizare. Cele mai concludente cercetări în acest sens au fost efectuate de A.S. Reber (1989), Reber şi colab. (1990) şi vizează învăţarea implicită a unei gramatici artificiale. O gramatică artificială constă într-o mulţime de reguli de combinare a unor simboluri (de regulă litere), combinaţiile rezultate nefiind utilizate în mod natural, în comunicarea curentă. De exemplu, şirul ABMCDMEFMGHM... este rezultatul combinării caracterelor latine după o regulă stabilită artificial: după oricare două litere ale alfabetului se intercalează litera „M". Putem construi combinaţii mai complicate prin folosirea unor gramatici mai complexe. De pildă, şirul ABMCDNEFO a rezultat prin intercalarea literelor M, N sau O după fiecare secvenţă ordonată de două litere din alfabet.

Experimentul-tip efectuat de Art Reber se arată astfel. Unui lot de subiecţi i se prezentau combinaţii generate pe baza unei gramatici artificiale, cu un timp de expunere variind de la câteva secunde până la 1 minut. Lotul respectiv era împărţit în două grupuri. Grupul 1 (g_1) avea sarcina de a detecta regulile gramaticale pe baza cărora au fost generate combinaţiile prezentate. Grupul 2 (g_2) primea sarcina de a memora, pur şi simplu, combinaţiile respective. Abia ulterior subiecţilor din g_2 li se comunica faptul că secvenţele de simboluri vizionate anterior au fost generate pe baza unei gramatici. În a doua fază a experimentului, ambelor grupuri le erau prezentate noi combinaţii, şi li se cerea să le clasifice în două categorii: combinaţii gramaticale (= generate pe baza regulilor intricate în secvenţele anterioare) şi combinaţii negramaticale (= generate aleatoriu).

Rezultatul, surprinzător, a dovedit că performanţele de categorizare – operaţionalizate prin numărul de răspunsuri corecte – sunt mai mari pentru g_2 decât pentru g_1! Mai mult decât atât, când subiecţii din g_2 au fost puşi să explice pe baza căror principii au realizat clasificarea, protocolul relatărilor lor a fost extrem de lacunar, ceea ce evidenţiază caracterul implicit al învăţării gramaticii respective. Pe scurt, acest gen de experimente a pus în evidenţă faptul că există o învăţare implicită (inconştientă sau neintenţionată), iar cunoştinţele rezultate îşi pun amprenta asupra categorizării. Probabil, mecanisme similare stau la baza învăţării gramaticii limbajului natural. Despre cunoştinţele implicite şi modul lor de manifestare, vezi 6.7.

4.7. Sumar

Categorizarea desemnează totalitatea prelucrărilor pe baza cărora, pornind de la diversitatea lumii externe, subiectul instituie categorii sau clase de obiecte. Principalele funcţii ale categorizării sunt: a) gruparea obiectelor pe baza similarităţii; b) codarea experienţei; c) generarea de inferenţe. Categorizarea tinde să maximizeze similaritatea intracategorială şi să minimizeze similaritatea intercategorială. Ea are un nivel preferat de codare a realităţii - nivelul categoriilor de bază. Similaritatea dintre membrii aceleiaşi categorii poate fi funcţională sau fizică. Modelele computaţionale ale categorizării caută să stabilească constrângerile sau regulile de prelucrare pe baza cărora inputul (= caracteristicile similare şi disimilare ale obiectelor) este transformat în output (= categoriile de care dispunem). Aceste constrângeri sunt exprimate sub forma unor axiome. Modelul geometric se bazează pe trei axiome: a) axioma similarităţii; b) axioma simetriei; c) axioma „inegalităţii în triunghi". Similaritatea este reprezentată spaţial şi măsurată geometric. Modelul şi-a dovedit viabilitatea în categorizarea stimulilor perceptivi dar este incomplet, lăsând neexplicate o mulţime de date experimentale. Modelul ansamblist este mai comprehensiv. El reduce constrângerile subiacente procesului de categorizare la una singură, poate integra contraexemplele la modelul geometric şi poate reproduce efectul prototipicalităţii.

Oricare două elemente pot avea infinite proprietăţi similare sau nesimilare. Ponderarea lor este realizată de teoriile naive sau ştiinţifice de care dispune subiectul. Avem anumite categorii deoarece dispunem de o anumită bază de cunoştinţe şi suntem animaţi de anumite intenţii. Categorizarea pe baza similarităţii este, aşadar, numai „vârful aisbergului". Principalele reprezentări cognitive ale categoriilor - conceptul, reţeaua neuromimetică şi prototipurile - sunt ele însele integrate în structuri cognitive mai complexe: reţele semantice, reţele propoziţionale etc. (vezi 7.2-7.3).

Capitolul 5

IMAGISTICA MINTALĂ

5.1. Clasificare, terminologie

Imaginile sunt o prezenţă ubicuă a vieţii noastre psihice[1]. E suficient să deschidem ochii şi să avem imaginea fascinantă a lumii din jurul nostru ; rezultatul percepţiei vizuale este o imagine. În acelaşi timp putem avea, în minte, imaginea unei explozii atomice pe care am perceput-o anterior, prin medierea televizorului. Mai mult decât atât, putem construi imagini pornind de la o relatare verbală. De pildă, ascultând la radio comentariul unui meci de fotbal, ne închipuim, cu destulă uşurinţă, ceea ce se întâmplă pe teren, generând un film al întâmplărilor pe baza mesajelor verbale. În fine, visurile noastre sunt, cel puţin la nivel manifest, o suită de imagini, înainte de a fi orice altceva.

Noţiunea de *„imagine mintală"* vizează doar o parte din fenomenele prezentate mai sus. Ea nu se referă la imaginea perceptivă şi nici la *icon*-ul păstrat în memoria senzorială vreme de câteva sutimi de secundă. Imaginea mintală vizează doar acele producţii imagistice cu care operează sistemul cognitiv în absenţa acţiunii unor stimuli vizuali asupra organelor de simţ. În această categorie intră reveriile, imaginile onirice sau cele formate pornind de la mesaje verbale. La baza imaginilor mintale se află, în primul rând, un proces de analiză descendentă. Adică, imaginile nu sunt entităţi particulare, autonome, stocate ca atare în memoria de lungă durată, ci sunt produse în momentul în care o anumită sarcină solicită prezenţa lor.

Circumscrierea mai limitativă a sferei noţiunii de imagine mintală nu reduce deloc importanţa studierii producţiilor imagistice. Se citează adesea implicarea imagisticii în creaţia ştiinţifică de mare valoare. Kekule, de pildă, mărturiseşte că a descoperit structura ciclică a benzenului după ce, în urma unor îndelungi investigaţii teoretice eşuate, a visat un şarpe care îşi înghiţea propria-i coadă. A. Einstein relata că momentele sale de maximă creativitate erau legate de prezenţa fulgurantă a unor imagini pe care abia ulterior se străduia să le decodifice şi să le aşeze în formă

1. În psihologia tradiţională, multe dintre fenomenele abordate în acest capitol erau tratate ca „reprezentări". Întrucât, pe tot parcursul lucrării, termenul de reprezentare a fost folosit în alt sens, ca proiecţie în sistemul cognitiv a realităţii externe, am optat pentru abandonarea totală a sensului tradiţional. În fine, studiile asupra imagisticii mentale (*mental imagery*) nu aduc o simplă modificare de limbaj, ci o analiză mult mai pertinentă decât cele cuprinse în lucrările tradiţionale asupra reprezentării.

logico-matematică. Un alt mare fizician, M. Faraday, compensa insuficienta stăpânire a aparatului matematic prin uimitoarea sa capacitate de a-şi imagina noi experimente sau fenomene fizice (Kosslyn, 1990). Nu trebuie să ne închipuim cumva că operarea asupra imaginilor e specifică numai creaţiei ştiinţifice de vârf. O serie de raţionamente cotidiene se realizează pe baza reprezentării imagistice a informaţiei din premise. De pildă, dacă ne sunt date premisele: (1) „Ion este mai mare ca George", (2) „Mircea este mai mic decât George" şi ni se cere să conchidem cine este cel mai mare, ajungem la soluţie imaginându-ne alăturarea spaţială a celor trei persoane (9.2.4.3).

Vom conchide, aşadar, că *imaginea mintală este o reprezentare cognitivă care conţine informaţii despre forma şi configuraţia spaţială (poziţia relativă) a unei mulţimi de obiecte, în absenţa acţiunii stimulilor vizuali asupra receptorilor specifici.*

5.2. Caracteristicile imaginilor mintale

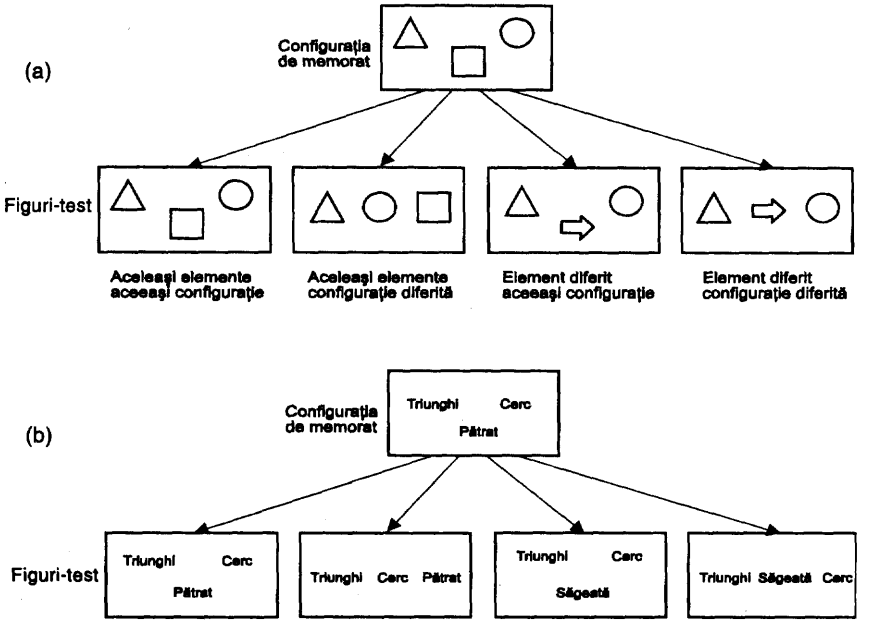
5.2.1. Reprezentarea relaţiilor topologice

Principala caracteristică a imaginii mintale, relevată şi în definiţia proximală prezentată mai sus, vizează capacitatea sa de a reprezenta relaţiile topologice dintre elemente. Într-un experiment de recunoaştere a configuraţiilor, Santa (1977) utilizează două tipuri de reprezentări ale uneia şi aceleiaşi configuraţii: o reprezentare imagistică (figura 5.1.a) şi o reprezentare lingvistică (figura 5.1.b). Mai întâi, subiecţii sunt solicitaţi să inspecteze o configuraţie de trei elemente – triunghi, cerc, pătrat. După memorarea acestei configuraţii, subiecţilor respectivi le erau prezentate o serie de figuri-test, sarcina lor fiind de a răspunde, cât mai rapid posibil, dacă aceste figuri sunt alcătuite din aceleaşi elemente ca şi figura iniţială.

După cum se poate observa în figura 5.1.a, există mai multe variante ale figurilor-test, unele fiind formate din elemente identice, altele din elemente diferite. Pentru a rezolva sarcina în cauză, subiecţii trebuie să compare figurile-test cu imaginea mintală, din memorie, a configuraţiei iniţiale. Dacă imaginea mintală reprezintă relaţiile topologice sau spaţiale dintre obiecte, atunci subiectul va răspunde mai rapid în cazul primei figuri-test decât în cazul celei de-a doua. În ambele situaţii răspunsul e pozitiv, dar timpul de latenţă va fi diferit dacă imaginea mintală codează relaţiile topologice, căci în prima figură-test se conservă şi relaţiile topologice, iar în a doua se conservă numai elementele figurii.

Această ipoteză a fost confirmată de datele experimentale înregistrate. Rezultatele devin şi mai relevante dacă le comparăm cu datele obţinute din inspectarea aceleiaşi figuri, reprezentată în cod lingvistic (figura 5.1.b). Se observă că figurile geometrice au fost înlocuite cu numele lor, dispuse în aceleaşi configuraţii ca şi în figura 5.1.a.

Fig. 5.1. *Materialul experimental utilizat de Santa* (1977): a) cod imagistic; b) cod verbal. Recunoaşterea cea mai rapidă are loc în condiţiile conservării relaţiilor topologice pentru figuri-test imagistice şi în cazul ordonării seriale pentru figuri-test lingvistice. Aceasta înseamnă că imaginile mintale sunt o reprezentare topologică a unei situaţii, iar cuvintele – o reprezentare.



Dacă reprezentarea relaţiilor topologice constituie o caracteristică specifică a reprezentărilor imagistice, atunci conservarea configuraţiei iniţiale în condiţiile utilizării codului verbal nu va reduce timpul de reacţie. Reprezentarea lingvistică favorizează prezentarea serială a stimulilor. Ca atare, o prezentare liniară a stimulilor din configuraţia de memorat va fi recunoscută mai uşor decât o prezentare care conservă distribuţia topologică iniţială. Datele experimentale au validat această ipoteză. Timpul de reacţie la a doua figură-test din 5.1.b este mai scurt decât timpul necesar recunoaşterii pentru prima figură-test din 5.1.b. Coroborând cele două variante ale prezentării stimulilor – una spaţială, imagistică, cealaltă serială, lingvistică – devine evidentă proprietatea imaginilor mintale de a reprezenta relaţiile spaţiale. Dacă figurile-test utilizate în experiment conţin alte elemente decât cele prezente în configuraţia iniţială, deci răspunsul corect e negativ, se obţine acelaşi tip de rezultate: timpul de reacţie e mai scurt în cazul reprezentărilor imagistice dacă se conservă configuraţia iniţială. Dimpotrivă, în cazul utilizării codului verbal, timpul de reacţie e mai scurt dacă prezentarea e serială, decât dacă e izomorfă cu configuraţia iniţială. Conchidem că reprezentarea relaţiilor topologice este una din proprietăţile de bază ale imaginilor mintale.

5.2.2. Absenţa sintaxei

Absenţa sintaxei este o altă caracteristică a imaginilor mintale. Spre deosebire de reprezentările lingvistico-semantice, care se pot combina numai pe baza unor reguli sintactice bine stabilite de gramatica unui limbaj sau de cerinţa consistenţei logice, imaginile mintale se pot combina oricum. Imaginaţi-vă un pătrat şi un cerc. Ele pot fi combinate neîngrădit, în orice chip : un pătrat conţine un cerc, un cerc circumscrie un pătrat ; pătratul poate fi aşezat deasupra cercului, cercul – deasupra pătratului ; ele se pot suprapune sau intersecta în variate moduri etc. Nu există reguli care să limiteze combinarea imaginilor mintale. În cazul unor enunţuri verbale, această libertate a combinării nu e posibilă. Există reguli gramaticale precise, în orice limbaj natural, care stau la baza producerii unor enunţuri corecte. Nu e corect, de pildă, să spunem : recompensaţi, silitori, studenţii sunt. (Enunţul corect este : Studenţii silitori sunt recompensaţi.) În mod similar, conţinuturile semantice se combină pe baza unor reguli logice. Sunt incorecte combinaţiile care duc la enunţuri contradictorii. Nu putem spune, de pildă, această propoziţie adevărată este falsă. În cazul combinării imaginilor mintale nu există nici o regulă care să delimiteze combinaţiile corecte de cele incorecte.

Absenţa sintaxei este evidentă în imaginile onirice – un tip special de imagini mintale. Oricine poate visa făpturi rezultate din combinaţii ciudate de animale şi oameni ; imaginile ce populează mitologia din toate timpurile (centauri, pegaşi, sirene etc.) sunt obiectivări ale închipuirilor noastre. Adesea relaţiile spaţiale dintre elementele unei imagini onirice complexe încalcă legităţile fizice : putem să ne închipuim un oraş întreg zburând, un purice mai mare decât un elefant etc.

Independenţa imaginilor mintale de o sintaxă bine stabilită poate fi principalul motiv al utilizării imagisticii în reverie, în visul nocturn, ca şi în situaţiile de maximă creativitate. După cum se ştie, producţiile noastre onirice sunt dominate de prezenţa imaginilor. Visul însuşi seamănă cu un film. Dialogurile sunt rare şi, adesea, nesemnificative. Dacă preluăm ideea lui Freud că „visul este calea regală spre inconştient", pare evidentă „preferinţa" inconştientului de a se exprima într-un cod nesupus constrângerilor rigide ale unei sintaxe riguroase cum e cea care guvernează limbajul natural sau inferenţa logică. Altfel spus, dacă inconştientul, adesea cenzurat, tinde să se exprime printr-o reprezentare conştientă, e de presupus că această reprezentare va fi una în care o eventuală supra-cenzură indusă de o anumită sintaxă este eludată. De aceea visul, ca şi reveria, e format în primul rând din combinaţii imagistice şi doar în mică măsură din propoziţii. Producţiile lingvistice se supun unor reguli gramaticale stricte care limitează considerabil numărul de combinaţii posibile dintre lexeme (cuvinte sau propoziţii). Închipuirile noastre sunt atât de bogate şi fascinante deoarece ele nu sunt guvernate de sintaxa rigidă a gramaticii limbajelor naturale sau de regulile logicii, şi nici de constrângerile realităţii fizice.

Prezenţa masivă a imagisticii în momentele de maximă creativitate, semnalată de nenumărate ori în literatura consacrată creativităţii, ar putea fi explicată tot

prin absenţa sintaxei combinărilor imagistice. Fiind adesea rezultatul unui travaliu inconştient, o idee originală se exprimă mai uşor într-o reprezentare lipsită de constrângeri severe, cum e cea imagistică. Abia după apariţia ei, mecanismele logice intră în funcţiune, supunând-o principiului consistenţei logice şi confruntării cu realitatea. Pentru a ilustra modul în care imaginile generate în procesul de creaţie sunt ordonate într-o sintaxă logico-lingvistică riguroasă de mecanisme logice, prezentăm un exemplu preluat după J. Hadamard (1975).

Se pune problema de a demonstra teorema (T_1): şirul numerelor prime este infinit. Aceasta se poate reduce la a demonstra că există un număr prim mai mare decât 11 după care, prin raţionament recursiv se demonstrează (T_1). În raportul de introspecţie se consemnează o mulţime de procese imagistice care apoi sunt transformate într-un limbaj logico-matematic.

Procesele imagistice :

1. Văd o masă confuză de semne.
2. *N* fiind un număr destul de mare, îmi imaginez un punct mai îndepărtat de această masă confuză.
3. Văd al doilea punct alături de primul.
4. Văd un punct undeva între masa confuză şi primul punct.

Fazele demonstraţiei logico-matematice :

1. Consider toate numerele prime de la 2 la 11 (adică 2, 3, 5, 7, 11).
2. Formez produsul lor (N).
   $N = 2 \times 3 \times 5 \times 7 \times 11$
3. Adun la acest produs o unitate (N+1).
4. Acest număr, dacă nu este prim, trebuie să admită un divizor prim care este numărul căutat.

Paralelismul dintre discursivitatea reprezentării logico-lingvistice şi imagistica mintală nu este perfect. Uneori imaginile sunt convertite în expresii logico-matematice, alteori sunt induse de programul inferenţelor logice, ambele tipuri de procesări susţinându-se reciproc. Ceea ce am vrut să scoatem în evidenţă a fost implicarea masivă a imagisticii în procesul de creaţie. În opinia noastră aceasta este determinată de una dintre caracteristicile esenţiale ale imagisticii mintale: independenţa de sintaxă a producţiilor imagistice – care facilitează obţinerea produsului creativ.

5.2.3. Neutralitatea faţă de valoarea de adevăr

A treia proprietate notabilă a imaginilor mintale constă în faptul că, spre deosebire de reprezentările lingvistico-semantice, ele nu au valoare de adevăr. După cum se ştie, valoarea de adevăr este un atribut exclusiv al judecăţilor. Numai o judecată în care se afirmă ceva despre altceva poate fi adevărată sau falsă. O imagine nu afirmă şi nu neagă nimic, deci ea nu poate avea valoare de adevăr. Imaginea pe care o

putem avea acum despre centrul oraşului în care locuim nu e nici adevărată, nici falsă; adevărate sau false sunt numai judecăţile care ar rezulta din analiza imaginii. Deci, dacă procesăm imaginea şi obţinem judecăţi despre tipul obiectelor din imagine (ex.: forma, culoarea, dispunerea lor relativă etc.), putem spune despre aceste judecăţi că sunt adevărate sau false.

Dacă imaginile nu au valoare de adevăr, atunci ele nu sunt cunoştinţe. Cunoştinţele (declarative) de care dispune un sistem inteligent se constituie într-un set de propoziţii cărora li se asignează o valoare de adevăr. Simpla posesie a unei imagini mintale nu înseamnă cunoştinţe încă. Cunoştinţele sunt rezultatul analizei imaginilor mintale. În acelaşi timp însă, baza noastră de cunoştinţe produce imagini, aşa cum se va vedea imediat.

5.3. Există o memorie imagistică?

Una dintre discuţiile aprinse din psihologia cognitivă şi din ştiinţele cognitive în general s-a desfăşurat în jurul codurilor imagistice. Informaţia este sau nu stocată în memorie sub formă de imagini? La nivelul simţului comun răspunsul rapid este, evident, unul pozitiv. La o cercetare mai amănunţită lucrurile se dovedesc a nu fi ceea ce par. Încercând să răspundă la această întrebare, cognitiviştii s-au împărţit în două tabere: susţinătorii imagisticii (S. Kosslyn, Pomeratz etc.) şi adversarii (Z. Pylysyn, J.R. Anderson, G.H. Bower etc.).

Cei dintâi susţin că imaginea mentală nu este numai un produs epifenomenal, prezent în raportul introspectiv, ci este o modalitate autentică de stocare a informaţiei în memoria de lungă durată. Sistemul cognitiv stochează imagini şi le procesează pe baza unor mecanisme specifice. Adversarii reprezentărilor imagistice nu neagă existenţa acestora în memoria de lucru, dar le conferă un rol epifenomenal, considerându-le rezultate introspective temporare, produse prin analiza descendentă din baza noastră de cunoştinţe. Altfel spus, memorarea noastră nu conţine imagini. Acestea sunt produse temporar, în funcţie de necesităţile sarcinii, de baza noastră de cunoştinţe. Memoria de lungă durată este populată exclusiv de conţinuturi semantice. Fiind reductibile la reprezentările semantice, imaginile mentale nu fac nici obiectul unor mecanisme mnezice speciale. Pe scurt, fără să nege existenţa lor, adversarii imaginilor mintale neagă caracterul lor explicativ şi fotografic. În ambele tabere se constată diverse nuanţări ale opţiunilor de bază, mergând până la postularea unui cod dual (Paivio, 1971) sau la admiterea imaginilor mintale ca un cod concurent codului semantic (Anderson, 1985). Recurgând la date experimentale şi argumente logice, vom căuta să clarificăm pe cât posibil această problemă.

5.3.1. Analiza descendentă şi imagistica mintală

Analogul cel mai apropiat al imaginii mintale este imaginea vizuală. Ambele tipuri de imagini reprezintă forma unor obiecte şi relaţiile spaţiale dintre acestea. În afară de acest punct comun, imaginile mintale diferă considerabil de imaginile fotografice. Să ne reamintim, deocamdată, doar faptul că imaginile mintale sunt produse în absenţa acţiunii stimulilor asupra receptorilor vizuali. Putem chiar avea imagini mintale despre obiecte sau scene pe care nu le-am văzut sau nu le vom putea vedea vreodată (de pildă, imaginile onirice sau imaginile construite pe baza lecturii unui text istoric din antichitate etc.). Fie că succede unei imagini perceptive, fie că e produsă pe baza lecturii unui text, o imagine mentală este, în mai mare sau mai mică măsură, rezultatul unor procese de analiză descendentă. Înainte de a analiza pe larg această afirmaţie, priviţi figura 5.2.

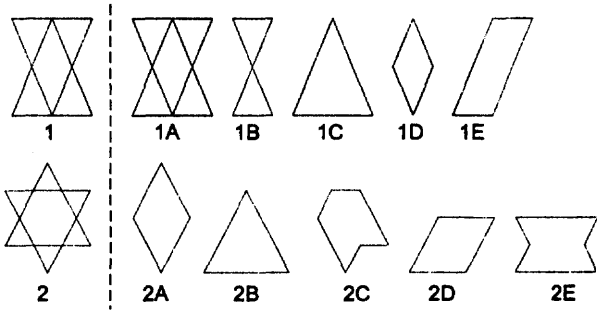
Fig. 5.2. *Imagistica mintală şi analiza descendentă*

Ridicaţi apoi privirea şi baleiaţi vizual obiectele din jur. Fără a mai reveni la imaginea inspectată anterior, încercaţi să v-o reamintiţi. Caracterul (aparent) aleatoriu al petelor de culoare face reamintirea lor deosebit de dificilă. Aşadar, o imagine pe care nu o putem categoriza, sau nu-i putem desprinde semnificaţia, este convertită într-o imagine mintală ulterioară în chip foarte lacunar. Mai mult, *în memorie rămân doar acele elemente din imaginea inspectată care pot fi categorizate.* Dacă, în acest moment, încercaţi să vă reamintiţi ceea ce aţi văzut, veţi evoca pete albe şi negre, grupate mai mult sau mai puţin aleatoriu, adică acele elemente din figura 5.2 pentru care am putut activa categoriile corespunzătoare.

Figura 5.2 reprezintă, de fapt, un câine dalmaţian adulmecând o urmă. Priviţi din nou această figură, apoi comutaţi privirea pe un alt obiect din mediu şi încercaţi să vă reamintiţi ceea ce aţi observat. De această dată acurateţea reamintirii va fi mult mai mare. Imaginea mintală rezultată este nu numai mai acurată decât anterior, ci ne poate rămâne multă vreme în memorie. „Plusul" de acurateţe şi de durabilitate a imaginii mintale a fost determinat de oferta de cunoştinţe conţinută în sintagma „figura 5.2 reprezintă, de fapt, un câine dalmaţian adulmecând o urmă". Aceste cunoştinţe au iniţiat un proces de analiză descendentă care a structurat „petele de culoare". Puncte care anterior nu însemnau nimic au început să fie categorizate ca fiind „urechile", „botul", „picioarele" câinelui etc. Nu ne interesează aici participarea analizei descendente la recunoaşterea scenelor, chestiune abordată în 2.3.4, ci impactul acesteia asupra constituirii imaginilor mintale. Imaginile mintale presupun implicarea analizei descendente în analiza stimulilor vizuali, ca atare ele nu se pot constitui în absenţa acestora. Imaginile mintale depind de baza de cunoştinţe care iniţiază analiza descendentă. Din referentul iniţial, în imaginea mintală se pot regăsi doar acele componente pentru care s-a putut găsi corespondent categorial, care au permis o analiză descendentă în general. Aşadar, imaginea mintală (sau ceea ce se numeşte în limbaj tradiţional „reprezentare") nu se interpune între imaginea perceptivă şi concept, nu este un „preconcept". *Ea succede analizei descendente a stimulilor vizuali şi depinde de baza de cunoştinţe a sistemului cognitiv.* O astfel de idee nu poate fi temeinic susţinută invocând doar o demonstraţie în clasă, ca cea prezentată anterior. Ea se întemeiază însă pe o serie de cercetări experimentale (Reed şi Johnson, 1975, Reed şi Johnson, 1977). Unul dintre experimentele celor doi cercetători americani este prezentat mai jos.

În figura 5.3 sunt prezentate o parte din materialele utilizate de cei doi experimentatori.

Fig. 5.3. *Material experimental utilizat de Reed şi Johnson* (1975)



În partea stângă a figurii sunt prezentate două configuraţii complexe (1 şi 2). Partea dreaptă conţine o mulţime de figuri care intră în compunerea configuraţiilor complexe. Experimentul are două variante. În prima variantă, subiecţii inspectează figurile din dreapta 1(2) A-E, după care pe un display este prezentată configuraţia complexă timp de 10 secunde. Sarcina subiecţilor este de a menţiona dacă figurile inspectate sunt părţi ale configuraţiilor complexe. În a doua variantă, subiecţii inspectează mai întâi configuraţia complexă „ţintă", după care le sunt prezentate pe acelaşi display figurile din dreapta 1(2) A-E. În termen de maximum 10 secunde, pentru fiecare din aceste figuri,

subiecţii trebuie să decidă dacă ea este parte componentă a configuraţiei complexe. Pe scurt, în prima variantă, sarcina constă în compararea părţilor configuraţiei complexe cu imaginea fizică sau perceptivă a acesteia, iar în a doua variantă, sarcina constă în compararea părţilor cu imaginea mintală a acestei configuraţii.

Proporţia răspunsurilor corecte a fost de 86% pentru prima variantă a testului şi de 52% - în a doua variantă. Diferenţa semnificativă rezultată se explică prin diferenţa dintre imaginea fizică şi cea mintală. O imagine fizică (ex.: un desen, o fotografie etc.) poate fi reanalizată şi descompusă în părţi componente, altele decât cele iniţiale, pe când imaginea mintală poate fi descompusă exclusiv sau preponderent după componentele procesate anterior. Să privim, de pildă, configuraţia 2. Toate figurile 2A-2E sunt părţi componente ale configuraţiei 2. Dacă comparăm aceste părţi cu imaginea fizică a configuraţiei putem să dăm răspunsul corect, reanalizând figura, descompunând-o în funcţie de contururile presupusei părţi componente. O putem descompune după contururile 2B sau 2C sau 2E etc. Dacă comparăm părţile cu *imaginea mintală* a configuraţiei 2, atunci această descompunere după oricare contur nu mai este posibilă sau nu mai este la fel de facilă. Dacă aţi codat iniţial, în momentul percepţiei, configuraţia 2 ca fiind formată din două triunghiuri mari suprapuse, vă va fi relativ uşor să răspundeţi dacă 2B este parte a configuraţiei 2 şi mult mai dificil, dacă nu imposibil, să răspundeţi (corect) că 2C este parte a configuraţiei 2. În general, este mai uşor să recunoaştem figurile 2A şi 2B ca părţi ale figurii 2, decât 2C-2E, deoarece iniţial, stimulul fizic a fost procesat după categoriile de „triunghi" sau „romb", nu după categoriile corespunzătoare figurii 2C-2E pentru care e dificil chiar de găsit un nume. Pe scurt, experimentul menţionat arată că o imagine fizică poate fi descompusă la fel de bine în oricare din părţile ei componente. În consecinţă, recunoaşterea părţilor sale componente, chiar dacă acestea sunt neuzuale, se face cu un procentaj redus de eroare. Părţile figurii sunt echivalente; nici una nu e preferată alteia. Dimpotrivă, o imagine mintală e descompusă preferenţial în funcţie de decupajul realizat de categoriile utilizate iniţial la percepţia şi recunoaşterea scenei corespunzătoare. În consecinţă, unele părţi ale imaginii mintale (= cele care au fost procesate semantic anterior) sunt recunoscute mai uşor decât alte părţi, care n-au fost iniţial identificate. Rezultă că imaginea mintală este mediată de procesări semantice, a căror rezultantă este. Pot fi recunoscute, într-o imagine mintală, doar acele elemente care iniţial au fost procesate semantic (conştient sau inconştient).

Pe baza acestor date experimentale se poate conchide că reprezentările imagistice nu pot fi un cod specific, autonom, independent de procesările semantice. Dimpotrivă, imaginile mintale presupun procesări descendente, dependente de baza de cunoştinţe. Procesările semantice şi analiza descendentă prezente în formarea imaginii perceptive se regăsesc într-o formă şi mai pregnantă în cazul imaginilor mintale. O imagine mintală este grevată nu numai de procesările semantice implicate în formarea imaginii perceptive corespunzătoare, ci şi de procesări postperceptive, rezultate din interacţiunea în memorie a diverselor conţinuturi cognitive sau a interferenţelor cu alţi stimuli.

Un experiment clasic realizat de Carmichael, Hagan şi Walter (1932) ilustrează această din urmă idee. Unui lot de subiecţi i-au fost prezentate o serie de figuri de genul celor din figura 5.4.

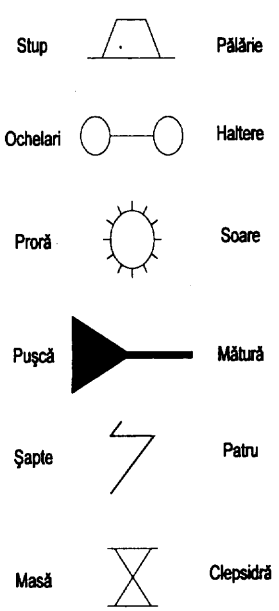


Fig. 5.4. *Materiale utilizate de Carmichael şi colab.* (1932)

O parte a subiecţilor din lotul respectiv vizionau figurile împreună cu cuvintele din stânga lor. Cealaltă parte, vizionau aceleaşi figuri, asociate însă cu cuvintele din dreapta. Ulterior, s-a cerut celor două grupe de subiecţi să deseneze din memorie figurile inspectate anterior. S-a constatat o distorsiune semnificativă a figurii iniţiale în sensul categoriei asociate. Deşi sarcina era de a desena cât mai exact figurile respective, acestea sufereau modificări semnificative, dacă anterior fuseseră categorizate utilizându-se lista de categorii din stânga faţă de situaţia în care erau asociate cu categoriile din dreapta. De pildă, pentru grupul la care al şaselea item trecea drept masă, se constata, în reproducerile ulterioare, prezenţa unor elemente noi (ex.: un şurub la intersecţia liniilor diagonale, o imagine în perspectivă a tăbliei etc.), care apropiau figura iniţială de prototipul categoriei cu care a fost asociată. Dimpotrivă, celălalt grup de subiecţi, care vedea în aceeaşi figură o clepsidră, la reproducere introducea alt gen de elemente (ex.: fire de nisip, rotunjirea contururilor etc.).

Reproducerile din memorie ale unor figuri sau scene relevă dependenţa imaginilor mintale de categorii şi procesări semantice specifice acestora. Într-o mai mare sau mai mică măsură, o imagine mintală este marcată de întreaga reţea semantică aferentă unei categorii, utilizată pentru clasificarea figurii sau scenei corespunzătoare imaginii mintale în cauză. Procesările semantice ale stimulului în momentul percepţiei, interacţiunea cu alte cunoştinţe deţinute de sistemul cognitiv introduc ponderări specifice ale caracteristicilor spaţiale şi relaţiilor topologice dintre elementele unei situaţii: (1) *elementele categorizate şi procesate mai intens sunt mai bine reprezentate în imaginea mintală decât cele necategorizate sau slab procesate*; (2) *imaginea mintală poate conţine elemente absente din imaginea fizică, de referinţă, dar construite datorită congruenţei lor cu categoria sub care a fost cuprinsă referinţa*; (3) *elemente incongruente cu schema cognitivă sau categoria implicate în recunoaşterea stimulului pot fi omise din imaginea mintală.* Toate aceste fenomene au fost prezente în experimentele expuse anterior. Se poate conchide că, în imaginea mintală, izotropia elementelor (părţilor) imaginii fizice este înlocuită cu organizarea lor ierarhică neizotropă în funcţie de procesările semantice şi analiza descendentă subiacente. Elementele mai intens procesate sunt mai bine reprezentate în imaginea mintală. Caracterul ierarhizat al imaginilor mintale, de pildă, preeminenţa unor părţi ale figurii faţă de altele, aşa cum reiese din experimentul lui Reed şi Johnson,

este produsul secundar al prelucrărilor semantice diferenţiale ale elementelor ce intră în componenţa stimulului. Imaginile fizice (ex.: fotografia, pictura realistă) sunt izotrope: ele pot fi descompuse la fel de bine în oricare din părţile componente. Toate elementele sunt la fel de importante, nu pot fi ierarhizate în ordinea importanţei sau reprezentativităţii lor. Ierarhizarea - preeminenţa unor elemente faţă de altele, a unor părţi faţă de altele - este indusă în imaginea mintală de mulţimea procesărilor la care este supusă scena sau situaţia stimul. Revenind la configuraţiile prezentate de Reed şi Johnson (1975) şi Reed (1974), menţionăm că recunoaşterea unor părţi ale configuraţiei „ţintă" este mai facilă decât recunoaşterea altora. De pildă, când se cere să se decidă dacă 1B şi 1D sunt părţi ale configuraţiei ţintă, procentajul de răspunsuri corecte este de 65%. În schimb, dacă aceeaşi solicitare e asociată cu figura 1E, răspunsurile corecte ating doar valoarea de 10% ! Pe scurt, într-o imagine fizică (ex.: o fotografie, un desen) părţile sunt izotrope: o descompunere în părţi este echivalentă cu oricare alta. Într-o imagine mintală părţile sunt nonizotrope: anumite decompoziţii sunt mai reprezentative, mai uşor de recunoscut decât altele. *Nonizotropia imaginilor mintale este introdusă de procesările semantice (descendente) implicate în producerea lor.* Aceasta e una din marile dificultăţi întâmpinate în construcţia sistemelor artificiale care să utilizeze imagini spaţiale. Nu există, aşadar, un cod pur imagistic. A contrapune reprezentările imagistice celor propoziţionale (semantice) este un nonsens, câtă vreme analiza descendentă e profund intricată în imagistica mintală. Ele sunt reprezentări diferite, dar nu opuse. În consecinţă, nu există un sistem mnezic autonom consacrat exclusiv stocării şi reactualizării imaginilor mintale. *Nu există o memorie pur imagistică, mecanisme mnezice specifice operării asupra informaţiilor spaţiale analoage sau imaginilor mintale.*

5.3.2. Imaginea mintală - analog abstract - şi imaginea vizuală

Aşa cum am arătat în 5.3.1, imaginea mintală conţine acele elemente din imaginea fizică ce au fost procesate abstract (categorizate, supuse analizei descendente etc.). Dacă este aşa, atunci cât de multe similitudini mai există între imaginea vizuală perceptivă şi imaginea mintală? Dacă imaginea mintală este rezultatul „filtrării" imaginii reale prin filtrul constituit de baza de cunoştinţe, cât de abstractă este ea? O persoană care nu a avut niciodată imagini perceptive vizuale - un nevăzător congenital - poate avea imagini mintale?

N.H. Kerr (1983) a realizat un experiment asupra imaginilor mintale, comparând performanţele unui lot de subiecţi văzători cu un lot de orbi congenitali.

Pe o suprafaţă plană erau prezentate şapte figuri geometrice, aşezate la diverse distanţe unele de altele. Figurile respective erau scoase în relief astfel încât nevăzătorii puteau să le pipăie, obţinând informaţii despre poziţiile lor relative prin mijloace tactil-kinestezice. Ulterior, subiecţii primeau numele uneia dintre figurile geometrice pe care trebuiau să şi-o imagineze. Apoi, li se cerea să-şi închipuie un punct care se deplasează cu viteză constantă, până la o altă figură de pe suprafaţa plană. Sarcina

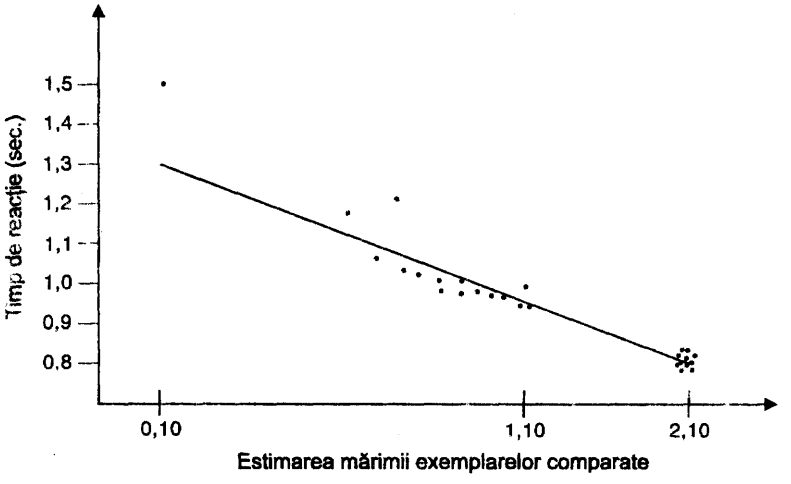
subiecţilor era de a acţiona un buton în momentul în care punctul respectiv a atins figura menţionată. Se măsura timpul scurs din momentul menţionării primei figuri şi până în momentul acţionării tastei respective.

S-a constatat că timpul de reacţie creşte o dată cu mărimea distanţelor dintre figurile geometrice, atât în cazul văzătorilor, cât şi în cazul nevăzătorilor congenitali. Deci, subiecţii experimentali aveau nevoie de mai puţin timp să-şi închipuie deplasarea între două figuri apropiate A şi B, decât să-şi închipuie deplasarea din A la o figură C, mai îndepărtată decât B. Aşadar, performanţele nevăzătorilor şi ale văzătorilor în sarcina de scanare a imaginilor mintale sunt similare. Aceasta înseamnă că imaginile mintale nu sunt legate de o anumită modalitate senzorială, în speţă, nu sunt legate de imaginile vizuale. Ceea ce este esenţial în formarea imaginilor mintale şi operarea asupra lor este reprezentarea relaţiilor spaţiale dintre elementele unei scene sau configuraţii. Nu importă dacă informaţiile despre poziţia relativă a obiectelor se bazează pe percepţia vizuală – ca în cazul văzătorilor – sau pe percepţia tactil-kinestezică – la nevăzătorii congenitali. Pentru constituirea unei imagini mintale sunt necesare şi suficiente informaţiile despre relaţiile spaţiale; datele perceptiv-vizuale ale stimulului (ex.: culoarea, luminozitatea) nu sunt neapărat necesare. Acesta este motivul pentru care noţiunile de „imagine mintală" şi „reprezentare spaţială" sunt considerate adesea ca fiind echivalente (ex.: Anderson, 1985). Imaginile mintale sunt reprezentări spaţiale sau topologice şi sunt mai abstracte decât imaginile vizuale, nefiind legate de o singură modalitate senzorială.

Caracterul abstract al imaginilor mintale reiese şi din utilizarea lor în reprezentarea şi operarea asupra unor atribute nonperceptive. De pildă, inteligenţa nu este un atribut perceptiv, ci este o calitate abstractă pe care o poate poseda un sistem natural sau artificial. Banks şi Flora (1977) au solicitat unui grup de subiecţi să evalueze inteligenţa unor animale pe o scală în zece trepte (1 – neinteligent, 10 – foarte inteligent). Făcând media notelor obţinute de fiecare exemplu prezentat, a rezultat următoarea ordonare: maimuţă (9,20), câine (7,36), pisică (6,57), cal (5,57), vită (3,58), oaie (3,42), pui de găină (3,36) şi peşte (1,68). Unui alt grup de subiecţi, diferit de primul, i-au fost prezentate perechi din aceste animale şi li s-a cerut să menţioneze care dintre ele este mai inteligent. S-a constatat că timpul de reacţie creştea cu cât erau mai mici diferenţele dintre exemplarele prezentate. De exemplu, timpul de răspuns era mai scurt dacă subiecţii trebuiau să decidă între maimuţă şi peşte decât între câine şi pisică.

Acelaşi efect se obţine dacă subiecţii sunt puşi să compare atribute fizice ale obiectului (ex.: mărimea). Moyer (1973) a măsurat durata timpului de răspuns la întrebări care vizau compararea *mărimii* a două animale (ex.: Cine este mai mare – un şoarece sau un elefant? Cine este mai mare – un lup sau un leu? etc.). Răspunsul la aceste întrebări presupunea compararea imaginilor mintale a două exemplare. S-a constatat că mărimea timpului de răspuns variază în funcţie de similaritatea mărimilor comparate: la diferenţe mari de mărime, timpul de reacţie era scurt; la diferenţe mici, latenţa răspunsului era mare. Reprezentat grafic, acest rezultat arăta o relaţie liniară între diferenţa dintre mărimea celor două animale şi timpul de reacţie (figura 5.5).

Fig. 5.5. *Rezultatele obţinute de Moyer* (1973). Estimarea mărimii exemplarelor comparate s-a făcut pe o scală logaritmică.



Comparând rezultatele celor două studii, Banks şi Flora (1977), Moyer (1973), se observă un paralelism izbitor: cu cât diferenţele sunt mai mici, cu atât este mai mare latenţa răspunsului, indiferent dacă e vorba de calităţi abstracte (non-vizuale) sau calităţi concrete (vizibile). Aceasta susţine teza lui Paivio (1971), conform căreia procesele imagistice şi imagistica mintală sunt implicate în compararea proprietăţilor abstracte. Aşadar, imaginile mintale sunt utilizate atât în calculul diferenţei dintre proprietăţi fizice, cât şi în calculul diferenţei dintre proprietăţi abstracte, deci ele nu sunt legate de senzaţiile vizuale, nu au un caracter vizual. Ele constituie un analog abstract al imaginii fizice.

O serie de cercetări întreprinse îndeosebi în ultimii ani au evidenţiat totuşi existenţa unor strânse legături între imaginile perceptive (vizuale) şi cele mintale. Din mulţimea de probe experimentale, două ni se par mai semnificative: interferenţa modal-specifică şi datele neuropsihice asupra deficitului vizual selectiv (Kosslyn, 1990, Finke şi Shepard, 1986).

Se cunoaşte de multă vreme faptul că interferenţa dintre sarcini care aparţin aceleiaşi modalităţi senzoriale este mai mare decât interferenţa sarcinilor din modalităţi senzoriale diferite. Măsura interferenţei se poate determina pe baza mărimii deteriorării performanţei. Sarcinile a căror rezolvare reclamă aceleaşi procese psihice interferează mai mult decât cele care solicită procese psihice diferite. De pildă, o sarcină vizuală interferează foarte puternic cu o altă sarcină vizuală, dar interferează slab cu o sarcină auditivă. Nu avem nici o dificultate în a fi atenţi atât la imaginea de pe ecranul televizorului, cât şi la dialogurile dintre personaje. Ne este mult mai greu să înţelegem două mesaje vizuale sau auditive receptate concomitent (3.3.4). Pornind de la aceste date bine stabilite, s-a făcut următoarea ipoteză: dacă efectuarea unor procesări imagistice interferează cu o sarcină vizuală mai puternic

decât cu o sarcină dintr-o altă modalitate senzorială, atunci mecanismele implicate în imagistica mintală sunt similare celor implicate în imaginea perceptivă vizuală.

Verificarea acestei ipoteze a fost făcută printr-un experiment efectuat de Segal şi Fuesela (1970). Mai întâi, ei au cerut subiecţilor să-şi imagineze un stimul vizual (ex.: un arbore), un stimul auditiv (ex.: să-şi imagineze sunetul aparatului telefonic) sau să nu-şi imagineze nimic. Concomitent, ei au prezentat subiecţilor trei tipuri de stimuli: stimuli vizuali (ex.: o mică săgeată albastră), stimuli auditivi (ex.: un sunet de armonică) sau nu au prezentat nici un alt semnal. Sarcina subiecţilor era de a relata *dacă stimulul prezentat a fost vizual, auditiv sau nu a fost prezent*. Principalele rezultate obţinute sunt următoarele: (1) detecţia oricărui semnal se face mult mai bine dacă subiectul nu-şi imaginează nimic (cu alte cuvinte, o parte din procesele implicate în detectarea oricărui semnal interferează cu procesele imagistice); (2) cele două tipuri de imagini interferează selectiv cu semnalele ce urmează a fi detectate. Adică, imaginea vizuală interferează mai puternic cu stimulul vizual decât cu stimulul auditiv; invers în cazul imaginii auditive. Rezultă că, întrucât imaginile interferează cu semnalele corespunzătoare, cel puţin o parte din mecanismele implicate în imaginile vizuale sunt implicate şi în realizarea imaginilor mintale.

Anumite date din neuropsihologie susţin, de asemenea, ideea că măcar o parte din procesările imagistice sunt realizate de aceleaşi mecanisme care sunt implicate în formarea imaginii perceptive (vizuale). Se cunoaşte că pacienţii cu leziuni în zona lobului parietal drept suferă de un deficit vizual selectiv. De pildă, ei nu pot percepe obiectele din câmpul vizual stâng (emisfera dreaptă produce imaginile perceptive pentru obiectele din câmpul vizual stâng, şi invers). Într-un studiu asupra imaginilor mintale ale acestei categorii de pacienţi, Bisach şi Luzzatti (1978) le-au solicitat pacienţilor să-şi imagineze o scenă (ex.: o piaţă a unui oraş), cu care pacienţii erau familiarizaţi înainte de lezarea lobului parietal drept. Ei trebuiau să-şi închipuie că se află într-o anumită locaţie, în scena imaginată şi să relateze toate obiectele pe care le pot inspecta din scena respectivă (ex.: toate clădirile din piaţă care se pot vedea dintr-o anumită poziţie). În mod surprinzător, ei nu menţionau decât obiectele din câmpul vizual drept, ignorând total obiectele care ar fi fost prezente în câmpul vizual stâng. Subiecţii au fost apoi rugaţi să-şi imagineze că sunt în partea opusă a pieţei respective şi să relateze obiectele pe care le observă. De această dată, ei au ignorat total obiectele menţionate anterior, relatând numai despre cele nemenţionate în prima fază a experimentului. Aşadar, comportamentul lor în scanarea imaginilor mintale este similar cu cel implicat în percepţia vizuală. *Vom conchide că cel puţin unele procesări imagistice sunt realizate de aceleaşi mecanisme care sunt implicate în percepţia vizuală.*

Cum pot fi puse în acord cele două categorii de date experimentale, unele care susţin caracterul abstract al imaginilor mintale, ca şi cum acestea ar fi nişte realităţi independente de percepţia vizuală, şi altele care evidenţiază mecanismele comune implicate în producerea imaginii mintale şi a perceptului corespunzător? O soluţie posibilă ar fi aceea că în imaginea mintală sunt prezente atât caracteristici spaţiale, cât şi vizuale. Utilizarea predominantă a unora dintre ele e determinată de specificul

sarcinii. S-ar putea însă ca interferenţa selectivă şi deficitul selectiv în scanarea imaginii să fie datorate caracteristicilor spaţiale, topologice care apar atât în imaginea mintală, cât şi în cea perceptivă. E nevoie de un experiment bine gândit care să pună în evidenţă dacă apare o interferenţă semnificativă între o probă de scanare a unei imagini mintale şi o probă de detectare a unor caracteristici vizuale non-spaţiale, ca, de exemplu, culoarea sau luminozitatea.

5.3.3. Memoria de lucru, memoria de lungă durată şi imaginile mintale

Din analiza întreprinsă până acum asupra memoriei imaginilor mintale, a reieşit că: (1) imagistica mintală este saturată în procesări descendenţe, ca atare nu există un cod imagistic şi mecanisme mnezice strict specifice pentru imaginile mintale (5.3.1); (2) imaginea mintală reprezintă relaţiile topologice dintre elemente a căror dobândire este independentă de percepţia vizuală (vezi cazul nevăzătorilor congenitali); mecanismele implicate în scanarea imaginilor mintale sunt, cel puţin parţial, implicate şi în producerea perceptului vizual (5.3.2). Următoarea problemă se referă la durata imaginilor în memorie: cât de mult timp putem păstra o imagine mintală stocată în sistemul nostru cognitiv? Înainte de a propune un răspuns, să trecem în revistă principalele cercetări experimentale pe această temă.

Cu mai bine de 20 de ani în urmă, R.N. Shepard (1967) a prezentat unui lot de subiecţi 612 imagini colorate cu un timp de expunere de 6 secunde fiecare. Ulterior, a procedat la un test de recunoaştere a acestora imediat după terminarea expunerii, la un interval de 3 zile şi de 120 zile de la momentul expunerii. Subiecţilor li se prezentau câte două imagini, sarcina lor fiind de a spune care din ele au făcut parte din lotul de imagini prezentat anterior. Procentajul răspunsurilor corecte a fost de 97% imediat după expunere, 92% - după trei zile şi 58% - după 120 de zile.

Câţiva ani mai târziu, L. Standing (1973), lucrând în aceeaşi paradigmă experimentală, a expus 10.000 de imagini cu o rată de 5 secunde/imagine şi a solicitat recunoaşterea lor după 48 de ore. El a constatat că subiecţii oferă răspunsurile corecte în proporţie de 83% din cazuri, în ciuda unei prezentări atât de succinte.

Cele două studii prezentate anterior se bazează pe cercetări de laborator, cu stimuli aleşi şi expuşi de către experimentator. Pentru a da o mai mare validitate ecologică acestor rezultate, Bahrick şi Wittlinger (1975) au încercat să vadă memoria pe care oamenii o au despre figurile propriilor colegi de clasă. Ei au utilizat un lot de 392 de subiecţi, având vârsta cuprinsă între 17-74 de ani. Sarcina acestora era de a alege una dintre cele cinci poze prezentate, care reprezenta chipul unui actual sau fost coleg de clasă. În mod surprinzător, procentajul răspunsurilor corecte a fost de 90%, chiar şi în cazul subiecţilor care au absolvit colegiul cu 35 de ani în urmă. Grupul care absolvise în urmă cu 48 de ani oferea şi el o medie a răspunsurilor corecte de 71%! Memoria imagistică a oamenilor este, aşadar, prodigioasă, chiar în cazul unor expuneri de scurtă durată sau după scurgerea unui interval de timp

considerabil. Pentru explicarea acestui fenomen, Paivio (1971) a presupus *ipoteza codului dual*, conform căreia prodigiozitatea memoriei imagistice se datorează asocierii sale cu un cod verbal. Aceluiaşi stimul codat imagistic îi este asociat un nume ; numele respectiv este o cale de acces care facilitează considerabil reamintirea imagistică a stimulului. De aceea imaginile sunt reamintite mai uşor decât cuvintele, în cazul cărora codarea informaţiei se face într-un singur cod.

Ţinând seama de procesările descendente intricate în producţiile imagistice, acurateţea păstrării imaginilor în memoria de lungă durată poate fi mai degrabă explicată prin participarea a trei coduri : a) imagistic ; b) lingvistic ; c) semantic. O imagine este codată în funcţie de categorizările (şi de alte prelucrări semantice) efectuate asupra elementelor sale şi a relaţiilor dintre acestea. De aceea, imaginile lipsite de sens sau despre referentul cărora avem puţine cunoştinţe sunt reţinute mai greu în memorie decât imaginile a căror semnificaţie este cunoscută. La fel, imaginile pentru care avem o etichetă lingvistică (ex : un cuvânt) sunt reţinute mai bine decât imaginile inedite, desemnând un obiect sau o scenă pentru care nu avem etichetă lingvistică. În fine, e de presupus ca memoria imaginilor pentru care avem cuvinte dar a căror semnificaţie nu o posedăm să fie mai slabă decât dacă imaginile respective sunt asociate cu lexeme cunoscute. Pe scurt, *imaginile sunt stocate atât de acurat în memoria de lungă durată, deoarece în constituirea lor sunt implicate prelucrări semantice şi li se asociază etichete lingvistice*. Dacă unul dintre cele două coduri : semantic sau lingvistic este înlăturat sau diminuat, memoria imagistică se deteriorează, prodigiozitatea ei scade. Parafrazându-l pe Paivio, am putea boteza cele spuse cu numele de ipoteza codului triadic. Formatul în care este prezentă imaginea mintală este mai abstract decât imaginea perceptivă vizuală (5.2, 5.3.1, 5.3.2). În acest fel s-ar putea explica îmbunătăţirea performanţelor mnezice prin utilizarea unor mnemotehnici imagistice cum e, de pildă, metoda localizării în spaţiu (metoda loci).

Ce se întâmplă cu imaginea mintală când este în memoria de lucru (= acea parte a memoriei activată în vederea rezolvării unei probleme, vezi 6.2.6) ? Înainte de a afla răspunsul la această întrebare, încercaţi să vă închipuiţi una dintre pieţele mari ale oraşului. Închipuiţi-vă un punct care se deplasează de la un obiect la altul în imaginea respectivă. Urmărind deplasarea acestui punct, încercaţi să realizaţi ce se întâmplă cu restul imaginii. Veţi constata că, în momentul în care vă imaginaţi anumite părţi ale scenei, altele dispar din imaginea respectivă. Pentru a le reactualiza, trebuie să renunţăm la păstrarea în memorie a altor elemente ale imaginii. Experimental, s-a dovedit faptul că în memoria de lucru nu pot fi reţinute decât maxim cinci elemente ale unei imagini complexe, ceea ce ne duce cu gândul la capacitatea memoriei de scurtă durată (vezi 6.2.1, pentru detalii) (Anderson, 1983). Menţinerea în memorie a unor părţi ale imaginii se face cu preţul pierderii altora. În general, durata păstrării în memoria de lucru a integralităţii imaginii pare a fi în funcţie de rapiditatea deteriorării şi refacerii segmentelor acesteia (Kosslyn, 1990).

5.3.4. Câteva concluzii

Reluând întrebarea cu care a debutat acest subcapitol (5.3), anume dacă există o memorie imagistică, suntem în măsură să conchidem următoarele:

(1) În imaginea mintală sunt prezente acele elemente care au făcut obiectul analizei descendente (categorizare, alte procesări semantice). Ca atare, nu există imagini mintale pure, independente de orice prelucrare semantică, nici un mecanism mnezic special pentru stocarea şi reactualizarea imaginilor mintale.

(2) Imaginile mintale reprezintă relaţiile spaţiale dintre elementele unei scene, ele putând fi obţinute prin alte mijloace decât percepţia vizuală (ex.: tactil-kinestezic, auditiv etc.). Cel puţin o parte din mecanismele implicate în percepţia vizuală sunt subiacente şi producţiilor imagistice. Ele sunt însă mai abstracte decât perceptele vizuale.

(3) Investigaţiile experimentale au pus în evidenţă existenţa unei memorii imagistice de lungă durată, de o prodigiozitate deosebită. Acest fapt se poate explica prin ipoteza codului triadic. În memoria de lucru pot fi reţinute maximum 5 elemente ale scenei, durata menţinerii lor depinzând de rapiditatea proceselor implicate în deteriorarea şi reconstrucţia imaginii mintale.

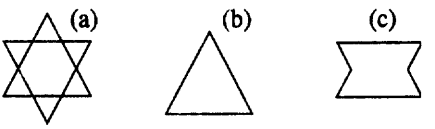
5.4. Procesarea imaginilor mintale

Prezenţa imaginilor mintale, a căror existenţă este incontestabilă, cel puţin în memoria de lucru, face posibilă o mulţime de procesări specifice. Cele mai interesante operaţii ce poartă asupra reprezentărilor imagistice sunt: generarea, transformarea şi scanarea (inspectarea).

5.4.1. Generarea reprezentărilor imagistice

Imaginile mintale sunt generate de baza de cunoştinţe de care dispune subiectul uman. Aceste cunoştinţe activează categoriile care sunt implicate în recunoaşterea obiectelor şi care, ulterior, monitorizează construcţia reprezentărilor imagistice complexe. Să ne reamintim experimentul lui Reed şi Johnson (1975). Una dintre configuraţiile complexe pe care el le-a folosit a fost steaua lui David (figura 5.6.a) care putea fi descompusă în părţi uşor de recunoscut (figura 5.6.b) sau dificil de recunoscut (figura 5.6.c).

Fig. 5.6. *Stimuli utilizaţi de Reed şi Johnson* (1975). Unele părţi sunt mai uşor de recunoscut în figura perceptivă decât altele.



Părţile mai uşor de recunoscut sunt cele cărora le corespund categoriile cele mai activate din baza noastră de cunoştinţe. De pildă, în steaua lui David recunoaştem mai rapid două triunghiuri suprapuse într-un anumit fel, decât un poligon pentru care nu avem o denumire precisă, deci nu face parte nici din nivelul categoriilor de bază. Închipuiţi-vă acum un punct prin deplasarea căruia se poate construi figura complexă din 5.6.a. Cum se mişcă acest punct, după care contururi? Dacă v-aţi imaginat reconstrucţia mintală a figurii respective, aţi observat că ea este generată prin deplasarea punctului respectiv după contururile părţilor mai bine recunoscute. Adică, punctul s-a mişcat după contururile celor două triunghiuri şi nu după contururile poligonului din 5.6.c. Aceasta înseamnă că generarea imaginii mintale a fost monitorizată de categoriile activate în recunoaşterea imaginii fizice. Pe scurt, subiectul poate genera o figură complexă din părţile sale componente. Aceste părţi sunt non-izotrope (5.2.1, 5.3.1). Generarea figurii se face după categoriile activate la recunoaşterea anterioară a imaginii fizice. Cum am arătat anterior (5.3.4), construcţia respectivei imagini este limitată şi ca număr de elemente (maximum cinci), şi ca durată (în funcţie de rapiditatea refacerii permanente a elementelor care se şterg). Incapacitatea de a genera reprezentări imagistice complexe din părţile lor componente are valoare diagnostică. Ea denotă o leziune a emisferei (posterioare) stângi, responsabilă cu combinarea părţilor care intră în compunerea imaginii respective (Farah, 1984).

5.4.2. Transformarea imaginilor

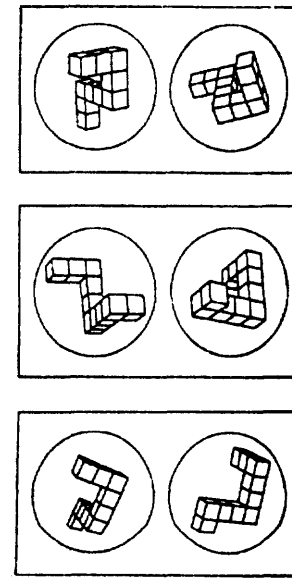
O dată generate, reprezentările mintale pot fi supuse unei serii întregi de transformări. Cele mai intens studiate sunt: rotirea, expandarea/constricţia şi „împăturirea" (*paper folding*).

5.4.2.1. Rotirea

Imaginile mintale pot fi rotite în plan sau spaţiu tridimensional. Pentru a studia modul în care se efectuează aceste rotaţii, Roger Shepard şi colaboratorii săi au prezentat subiecţilor experimentali perechi de reprezentări bidimensionale ale unor obiecte tridimensionale (vezi figura 5.7) - Shepard şi Metzler (1971).

Sarcina subiecţilor era de a menţiona dacă obiectele reprezentate sunt sau nu identice, exceptând orientarea lor spaţială. Pentru a realiza această sarcină, ei trebuiau să efectueze o rotire mintală a uneia dintre imagini, apoi să menţioneze dacă e

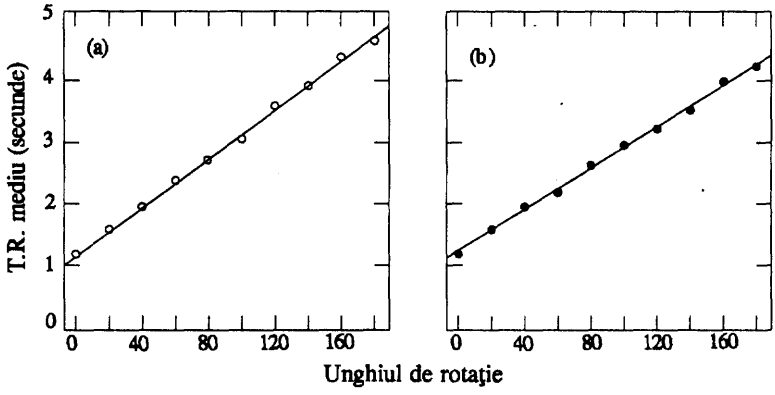
Fig. 5.7. *Stimuli utilizaţi de Shepard şi Metzler* (1971): a) figuri identice, rotite cu 80° în plan; b) figuri identice, rotite cu 80 grade în spaţiu; c) figuri diferite.



vorba de figuri identice sau de figuri diferite. În figura 5.7, în cazurile (a) şi (b) avem de-a face cu obiecte identice rotite cu 80 grade în plan, respectiv în spaţiu şi cu două obiecte diferite în (c).

Se constată că timpul de reacţie creşte liniar în funcţie de disparitatea unghiulară. Cu cât este nevoie de o rotire mai amplă pentru a vedea dacă cele două imagini „se suprapun", cu atât mai îndelungat este timpul de reacţie (figura 5.8). Nu există diferenţe notabile între rotirea în plan şi rotirea în adâncime.

Fig. 5.8. *Media timpilor de reacţie în funcţie de disparitatea unghiulară*: (a) rotirea în plan; (b) rotirea în adâncime.



Din analiza acestor rezultate se poate conchide că rotirea reprezentărilor imagistice ale unor obiecte tridimensionale este analoagă cu rotirea efectivă a acestora în realitatea fizică. Cu cât disparitatea unghiulară este mai mare, cu atât creşte durata rotirii. Şi totuşi, imaginile mintale nu sunt obiecte fizice şi nu sunt rotite în spaţiul fizic. Ele s-ar putea comporta altfel decât referenţii lor reali. Cum se explică această analogie?

E posibil să avem de-a face cu o nouă dovadă a penetrării transformărilor imagistice în baza noastră de cunoştinţe. Rotirea mintală este monitorizată de cunoştinţele implicite (tacite), pe care le avem despre rotirea fizică. Ştim că rotirea fizică are o durată cu atât mai mare, cu cât ea este mai amplă. Această cunoştinţă (tacită) controlează modul de efectuare a rotirii mintale, impunând aceeaşi dependenţă liniară a timpului de reacţie de mărimea disparităţii unghiulare.

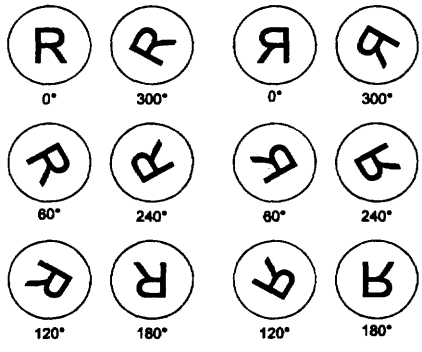
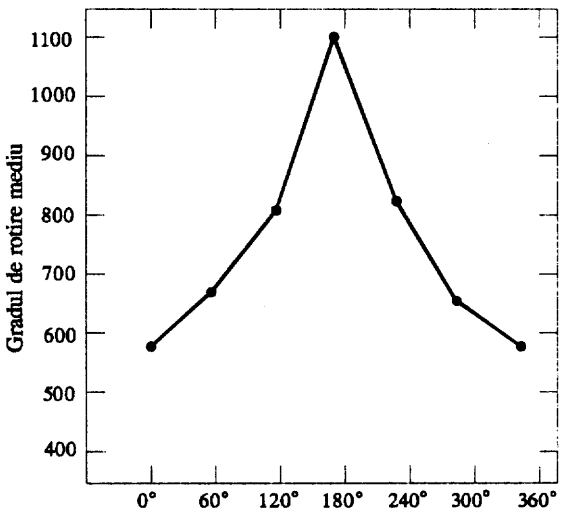


Fig. 5.9. *Stimuli utilizaţi de Cooper şi Shepard* (1973). Cele două coloane din stânga reprezintă un R rotit în grade diferite faţă de poziţia iniţială. Coloanele din dreapta reprezintă reflexul în oglindă al lui R, rotit cu acelaşi număr de grade.

Rotirea imaginilor mintale a fost studiată utilizând şi stimuli bidimensionali, ca în cazul literelor (Cooper şi Shepard, 1973). Într-un astfel de studiu, subiecţilor le erau prezentate o mulţime de orientări ale literei R şi ale imaginii sale în oglindă (figura 5.9). Sarcina consta în a decide dacă stimulii prezentaţi reprezintă într-adevăr un R sau reflexul acestuia în oglindă.

Ca şi în experimentul anterior, realizarea unei rotaţii mintale este absolut necesară pentru realizarea sarcinii. Rezultatele obţinute sunt exprimate grafic în figura 5.10.

Fig. 5.10. *Rotirea mintală a stimulilor bidimensionali* (după Cooper şi Shepard, 1973)



După cum se poate observa, timpul de reacţie atinge valoarea maximă în cazul unei rotiri de 180 grade faţă de poziţia de referinţă. Este ca şi cum subiecţii ar roti în sensul acelor de ceasornic litera respectivă pentru a o identifica, dacă disparitatea unghiului e până la 180 grade şi în sens invers, dacă disparitatea este mai mică. Deci, în cazul rotirii mintale, ca şi în cazul rotirii fizice, subiecţii tind să aleagă rotaţia cea mai economicoasă, cea mai scurtă.

Comparând cele două experimente, notăm că durata rotirii în cazul stimulului bidimensional e mai scurtă decât cea a rotirii, cu acelaşi număr de grade, pentru stimulii tridimensionali. Rata medie de rotaţie este de 300 grade/secundă în al doilea experiment şi de 50 grade/secundă în primul. Deşi există încă controverse privitor la această diferenţă, se pare că ea se datorează complexităţii mai ridicate a stimulilor utilizaţi de Shepard şi Metzler (1971).

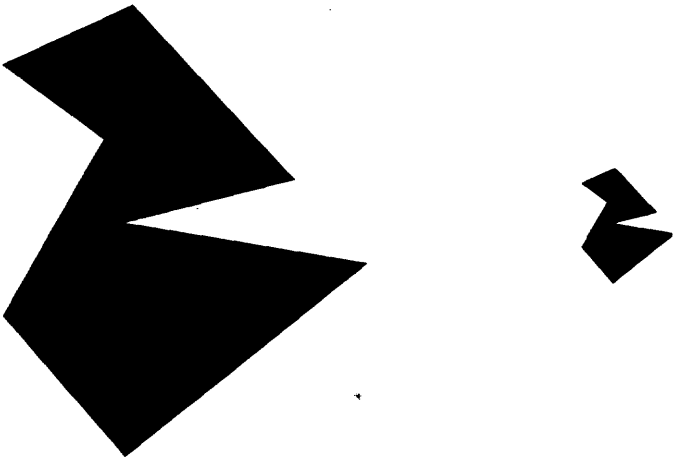
5.4.2.2. Expandarea şi constricţia

Reprezentările imagistice pe care le avem despre un obiect pot fi mărite (= expandate) sau micşorate, variind continuu sau analogic mărimea imaginii noastre mintale. Înainte de a parcurge textul, încercaţi să vă închipuiţi un obiect (ex.: o cană de cafea) în mărimea lui obişnuită, uzuală, apoi imaginaţi-vă cum el creşte, devenind tot mai mare, tot mai mare. Una dintre constatările la îndemâna oricui face această expandare este că timpul necesar pentru a realiza o expandare mai amplă este mai îndelungat decât timpul reclamat de mărirea la o scară mai mică a imaginii iniţiale din memorie. Cu alte cuvinte, ne este mai dificil să expandăm o imagine mintală, cu cât se îndepărtează de mărimea ei uzuală, cunoscută din experienţa cotidiană. În

plus, variaţia mărimii imaginii se face continuu, analogic, nu digital, discontinuu. Ceea ce am menţionat anterior despre expandare este valabil şi pentru constricţie sau micşorarea mărimii imaginii mintale. Constricţia şi expandarea sunt operaţii inverse una celeilalte.

Deoarece datele proprii de introspecţie pot fi adesea înşelătoare, pentru a susţine aceleaşi idei vom invoca una dintre cercetările experimentale întreprinse pe această temă. Budsen şi Larsen (1975) au expus subiecţilor serii de stimuli de genul celor prezentaţi în figura 5.11.

Fig. 5.11. *Exemplu de stimuli utilizaţi de Budsen şi Larsen* (1975). Timpul de reacţie creşte o dată cu mărimea diferenţei dintre cele două imagini.



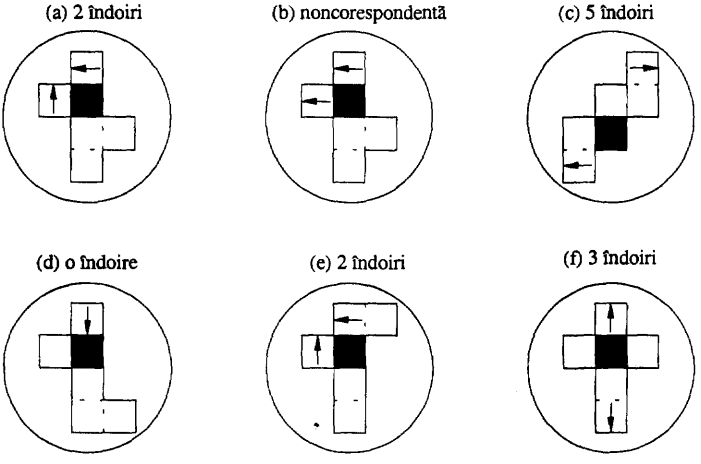
După cum se poate observa, este vorba de aceeaşi imagine, prezentată însă la scale diferite de mărime. Manipularea experimentală a constat în creşterea (micşorarea) diferenţei de mărime dintre două figuri. Sarcina subiecţilor era de a stabili dacă două figuri sunt sau nu identice în condiţiile în care diferenţa de mărime era modificată. Pentru realizarea sarcinii ei trebuiau, aşadar, să recurgă la expandarea/constricţia uneia dintre imagini.

S-a constatat că mărimea latenţei răspunsului creşte continuu, o dată cu creşterea disparităţii de mărime dintre două imagini altfel identice. Ca şi în cazul executării fizice a expandării/constricţiei unei figuri, executarea mintală, asupra reprezentărilor imagistice, a aceloraşi operaţii este corelată cu diferenţa de scală. Creşterea gradului de dificultate al acestor operaţii o dată cu îndepărtarea de mărimea iniţială sau uzuală (reliefată prin creşterea timpului de reacţie) este o consecinţă a constrângerilor pe care cunoştinţele noastre le impun transformărilor imagistice. Cu cât expandarea/constricţia unei imagini se află în mai mare dezacord cu cunoştinţele pe care le avem despre mărimea „obişnuită" a unui obiect, cu atât mai dificil de executat sunt operaţiile de expandare/constricţie. Cunoştinţele disponibile „circumscriu" expandarea/constricţia.

5.4.2.3. Împăturirea (paper folding)

Îndoirea sau împăturirea este o operaţie (sau o secvenţă de operaţii) ce poartă asupra unor imagini bidimensionale din care trebuie construită imaginea unui obiect tridimensional. Cercetarea experimentală a acestei transformări imagistice a fost iniţiată de Shepard şi Feng (1972). Ei au expus subiecţilor stimuli de genul celor prezentaţi în figura 5.12. (*apud* Shepard & Cooper, 1982).

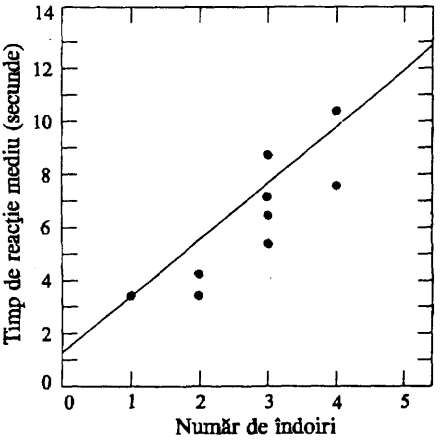
Fig. 5.12. *Stimuli utilizaţi de Shepard şi Feng* (1972). Subiecţii trebuiau să răspundă dacă vârfurile săgeţilor se întâlnesc în condiţiile formării unui cub prin îndoirea hârtiei.



După cum se poate observa, este vorba de nişte diagrame bidimensionale formate din şase pătrate, din a căror împăturire în liniile punctate ar rezulta un cub. Două dintre aceste pătrate sunt marcate cu câte o săgeată. Sarcina subiecţilor era de a menţiona dacă, după formarea cubului, vârfurile celor două săgeţi se întâlnesc. Pentru a oferi răspunsul dorit trebuia procedat la o îndoire sau împăturire mintală a părţilor diagramelor bidimensionale, analoagă realizării ei fizice, cu o bucată de hârtie. Rezultatele obţinute sunt prezentate grafic în figura 5.13.

Cu cât numărul de îndoiri efectuate asupra reprezentărilor imagistice este mai mare, cu atât creşte durata timpului de reacţie. Punctele marcate în figura 5.13

Fig. 5.13. *Relaţia dintre numărul de îndoiri şi timpul de reacţie pentru răspunsurile corecte.* Punctele aproximează o relaţie liniară.



aproximează o funcţie liniară între numărul de transformări şi timpul de reacţie. Analogia cu transformările fizice este evidentă.

Sarcina de împăturire sau îndoire mintală se poate complica, prin utilizarea unor configuraţii mult mai complexe. Ea poate fi standardizată, etalonată şi inserată într-o baterie de probe cognitive care să ofere o evaluare mult mai acurată a performanţelor intelectuale (Roznowski, 1993, Szamosközy şi Miclea, sub tipar).

În finalul acestei succinte analize a transformărilor imagistice, încercăm o repliere în planul remarcilor mai generale. Mai întâi, merită subliniată *penetrabilitatea cognitivă* a operaţiilor imagistice. Cunoştinţele (implicite) despre transformările fizice din mediul în care trăim ne monitorizează transformările imagistice. Deşi imaginile mintale nu sunt obiecte fizice, noi ducem cu noi, inconştient, cunoştinţele despre mediul nostru fizic, astfel încât transformările imagistice sunt analoage transformărilor asupra obiectelor fizice corespunzătoare. Într-un alt mediu ecologic, cu alte cunoştinţe, operarea asupra imaginilor ar fi, probabil, diferită.

Transformările imagistice ne duc cu gândul la grupul de transformări identificat de J. Piaget în funcţionarea mintală – grupul de cuaternalitate (grupul INRC). După cum se ştie, în opinia lui Piaget şi a şcolii de la Geneva, operaţiile intelectuale formează o structură operatorie de grup, caracterizată prin proprietăţile: identitate (I), negaţie (N), reciprocă (R) şi corelativă (C). Identificarea acestui grup a fost crucială pentru psihologia şi epistemologia genetică. Luând structura operatorie INRC ca staţie finală a dezvoltării intelectuale, psihologul genevez a putut stabili apoi stadiile acestei dezvoltări. *Aceste stadii nu sunt decât aproximări succesive ale structurii operatorii INRC.* În acest fel, J. Piaget a realizat o integrare binoculară a funcţionării cognitive, privind cu un ochi la punctul final al dezvoltării inteligenţei (grupul INRC) şi cu altul la comportamentul copilului în rezolvarea diferitelor sarcini care modelau operaţiile grupului respectiv. Toată „creoda piagetiană" derivă de aici.

Analizând mai atent demersul piagetian, vom constata că grupul de cuaternalitate are în vedere numai operaţiile logico-matematice. De altfel, J. Piaget însuşi mărturiseşte în notele sale autobiografice că ideea utilizării grupului de cuaternalitate în analiza structurilor operatorii i-a venit după lectura iluminantă a cărţii lui Couturat: *L'algebre de la logique.* Procesările cognitive nu sunt însă reductibile la operaţii cu conţinuturi semantice sau cu variabile matematice. Calculul logico-matematic nu este singurul tip de calcul la care recurge mintea umană. Chiar în acest capitol am luat în discuţie o serie de calcule ce poartă asupra imaginilor mintale. Se supun ele grupului de cuaternalitate? Dacă nu, ce structură operatorie le-ar putea îngloba pe toate, simplu şi elegant ca şi grupul INRC? Dacă s-ar descoperi o astfel de structură operatorie, procedând similar cu Piaget, s-ar putea stabili stadiile de dezvoltare imagistică, precum şi o serie întreagă de diferenţe interindividuale. Am fi în măsură să realizăm o evaluare diferenţială şi un diagnostic diferenţial al funcţionării intelectuale mult mai acurat decât am făcut-o până acum. Lansăm această provocare generaţiei actuale de cercetători.

5.4.3. Scanarea imaginilor mintale

În afară de generare şi transformare, o reprezentare imagistică poate fi scanată sau inspectată. Experimentul-prototip referitor la această problematică a fost efectuat de Kosslyn şi colab. (1978). Ei au prezentat subiecţilor o hartă a unei insule imaginare, pe care erau marcate: o plajă, o colibă, o fântână, un mic lac, un arbore, nişte ierburi şi un grup de stânci (figura 5.14).

Subiecţii din lotul experimental au fost solicitaţi să memoreze harta respectivă, gradul de memorare fiind evaluat după acurateţea cu care ei o puteau desena ulterior. Când s-a constatat memorarea integrală a acestei hărţi imaginare, experimentatorul numea cu voce tare un reper de pe hartă, pe care subiecţii trebuiau să şi-l imagineze. După 5 secunde era numit un alt obiectiv. Sarcina subiecţilor era aceea de a scana, de a parcurge harta mintală de la un obiectiv la altul. Complexitatea scanării era operaţionalizată prin mărimea timpului de reacţie. În momentul în care subiecţii ajungeau la reperul ţintă, acţionau o tastă. Cele şapte repere erau astfel amplasate, încât distanţa dintre oricare pereche să difere de toate celelalte.

Fig. 5.14. *Harta imaginară utilizată de Kosslyn şi colab.* (1978). Subiecţii memorau această hartă, apoi erau solicitaţi să o inspecteze de la un anumit punct la altul.

Figura 5.15 reprezintă grafic rezultatele obţinute.

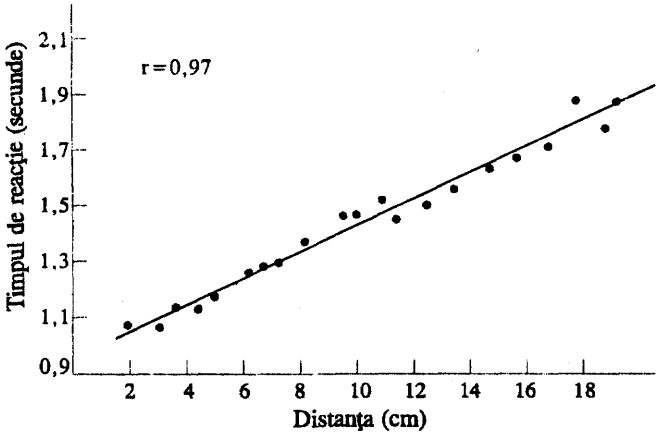


Fig. 5.15. *Scanarea hărţii mintale*; relaţia dintre timpul de reacţie şi distanţa dintre două locaţii.

Se constată că timpul de reacţie este o funcţie liniară (r=.97) de distanţa dintre oricare două locaţii. Aşadar, durata şi complexitatea scanării hărţilor mintale creşte o dată cu mărirea distanţei dintre obiective. Încă o prelucrare imagistică se dovedeşte a fi analoagă acţiunii corespunzătoare în mediul fizic. Aceasta nu înseamnă că noi avem în minte un spaţiu analog celui fizic, ci *cunoştinţele* pe care le avem despre mediul fizic monitorizează inspecţia hărţilor mintale.

O ultimă menţiune se mai impune, legată de procesările imagistice în general. Trebuie să ne ferim să credem că avem o capacitate unică de prelucrare a imaginilor. Se pot invoca două genuri de contraargumente la o astfel de convingere. Mai întâi, dacă am avea o capacitate imagistică unică, un fel de factor *g* implicat în toate prelucrările reprezentărilor imagistice, atunci performanţele la sarcini care implică prelucrări imagistice diferite ar trebui să se coreleze puternic. Această ipoteză a fost infirmată. Kosslyn şi colab. (1984) au măsurat performanţele subiecţilor la diverse sarcini, unele implicând scanarea imaginii, altele rotirea, generarea etc. Coeficienţii de corelaţie găsiţi între performanţele la aceste sarcini au fost nesemnificativi sau abia în măsură să infirme ipoteza nulă. O persoană poate avea performanţe ridicate la sarcinile care implică anumite procesări imagistice şi performanţe scăzute dacă sunt puse în joc alte prelucrări ale imaginilor mintale. Aşadar, cineva nu e „bun" sau „slab" în operarea cu imagini mintale ; e bun în anumite sarcini şi slab în altele. Tipul de prelucrări reclamate de rezolvarea sarcinii joacă rolul determinant în acest caz.

Datele obţinute de investigaţiile neuropsihologice converg în susţinerea aceleiaşi idei. Operaţii imagistice diferite sunt realizate de structuri neuroanatomice diferite. De pildă, generarea unei imagini din părţile ei componente (5.4.1) e realizată – în primul rând – de emisfera cerebrală stângă, în vreme ce rotirea şi scanarea imaginii reclamă participarea masivă a proceselor din emisfera dreaptă şi doar ca adjuvant a celor din emisfera stângă. Nu există, aşadar, un centru neurofiziologic al tuturor prelucrărilor imagistice. Coroborând acum cele două categorii de date, rezultă că diferitele operaţii imagistice sunt realizate de mecanisme diferite, având localizări neurofiziologice variate.

5.5. Aplicaţii: hărţile psihologice

Pentru a ne orienta într-un anumit teritoriu, pentru a stabili locaţia noastră în raport cu un anumit punct, drumurile de acces şi obstacolele pe care le-am putea întâmpina, avem nevoie de o hartă a mediului ecologic în cauză. Să presupunem, de pildă, că ajungem într-un oraş necunoscut, în care urmează să petrecem câteva zile. Oraşul are străzi, diverse edificii publice, bulevarde, parcuri, locuri de agrement, hoteluri, restaurante etc. Dacă dorim ca să se desfăşoare în bune condiţiuni comportamentul nostru în acel oraş, să fim eficienţi în rezolvarea problemelor care ne-au adus acolo şi să profităm cât mai mult de ceea ce el ne oferă, avem nevoie de o hartă a acelui oraş. Dacă avem şansa să obţinem o hartă cartografică, problema e în mare

măsură rezolvată. Dacă nu, vom fi siliţi să ne fixăm câteva puncte de reper, să întrebăm mereu despre locul unde se află un anumit obiectiv şi cum putem ajunge la el, să străbatem în lung şi-n lat străzile oraşului respectiv etc. În ambele situaţii vom ajunge, în cele din urmă, să avem o reprezentare mintală a teritoriului respectiv. În ea vor figura marginile (vagi) unei zone, puncte de reper şi poziţia lor relativă, căi de acces, obstacole etc. Această reprezentare este o veritabilă hartă mintală sau *hartă psihologică* a teritoriului respectiv.

Ea se deosebeşte sub mai multe aspecte de hărţile elaborate de cartografi. O hartă psihologică se dobândeşte într-un proces destul de lent, incomplet şi plin de confuzii. Scala de reprezentare a teritoriului nu e aceeaşi pentru toate părţile sale: unele sunt mai bine reprezentate, au o proiecţie cognitivă mai amplă, în detaliu, altele sunt reprezentate doar sumar, având o pondere mai redusă, pline de „pete albe" etc. Mai mult decât atât, *saturaţia psihologică* a diverselor zone este inegală. Subiectul are diverse atitudini şi stări emoţionale faţă de anumite părţi ale teritoriului. Există zone pe care le socoteşte mai periculoase decât altele, zone plăcute şi neplăcute, vesele sau deprimante etc.

Toţi aceşti factori psihici se răsfrâng asupra construcţiei hărţii mintale. În general, utilizând scale de evaluare a unor factori psihici, putem să stabilim măsura în care diverse arii ale teritoriului se corelează cu o anumită intensitate a acestor factori. De pildă, luând pe rând zonele unui oraş şi factorul „siguranţă/nesiguranţă", putem stabili pentru fiecare din aceste zone gradul de securitate personală (siguranţă) pe care îl induc locuitorilor oraşului respectiv. O astfel de procedură seamănă destul de bine cu întocmirea hărţilor de către meteorologi, în care, fiind dată harta unui anumit teritoriu, se marchează pentru fiecare zonă gradul de nebulozitate, felul precipitaţiilor, temperatura, intensitatea şi direcţia vântului etc.

Evident, modul de construcţie a hărţilor psihologice depinde de cunoştinţele care au stat la baza producerii lor. Pentru a ne construi harta mintală a cartierului în care trăim, ne este suficientă experienţa noastră cotidiană; dar dacă dorim să avem o reprezentare cognitivă a ţării sau a lumii, trebuie consultate atlasele şi cărţile de geografie.

Rezumând, *hărţile psihologice sunt proiecţii cognitive la scale inegale ale zonelor unui anumit teritoriu, neuniform saturate psihologic, dobândite prin investigarea proprie a mediului sau prin consultarea bazei de cunoştinţe despre teritoriul respectiv.*

Impactul hărţilor psihologice asupra comportamentului este uşor de constatat. Reluând exemplul cu noul sosit într-un oraş necunoscut, modul în care el se orientează, locul de agrement unde îşi petrece timpul liber, restaurantul pe care îl frecventează, căile de acces pe care el le alege pentru a ajunge în diverse puncte ale oraşului se află în strânsă dependenţă de harta sa psihologică. Chiar pentru locuitorii aceluiaşi oraş, navigaţia lor prin mediu, locurile preferate de plimbare, zonele unde sunt dispuşi să-şi lase copiii la o petrecere de sâmbătă seara, de la care se vor întoarce târziu etc. sunt determinate de hărţile mintale pe care ei le posedă.

Influenţa hărţilor psihologice asupra comportamentului, precum şi rezultatele notabile obţinute de psihologii cognitivişti în investigarea imagisticii mintale au

captat atenţia mai multor cercetători (Lynch, 1960, Milgram, 1970, Milgram şi colab., 1972 etc.).

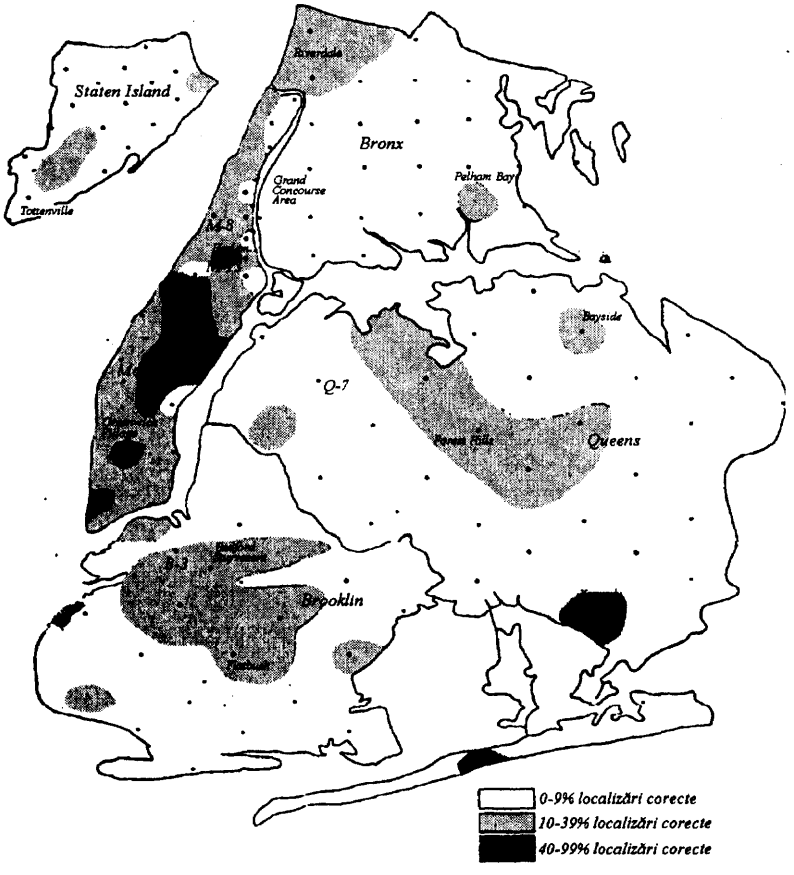
Investigaţiile asupra hărţilor psihologice se confruntă cu o problemă metodologică destul de dificilă: cum să obiectivăm harta mintală a unui subiect? Prin ce mijloace ar putea fi ea accesată? Pentru a rezolva această problemă, se recurge la câteva metode. Una dintre ele constă în a solicita subiecţii să deseneze, cât mai complet posibil, harta unui anumit teritoriu. De pildă, le putem cere să deseneze harta unui oraş (a Clujului, să spunem), marcând toate edificiile reprezentative şi străzile pe care şi le reamintesc, formele de relief etc. Subiecţii pe care se face investigaţia trebuie să-şi aibă rezidenţa în diferite părţi ale oraşului. Este de aşteptat ca harta mintală a zonei în care locuieşte cineva să fie mai bine dezvoltată decât reprezentarea cognitivă a altor zone. Se combină apoi hărţile desenate de subiecţi, luând în calcul, în primul rând, acele repere care apar cu frecvenţa cea mai mare. Ne interesează dacă o anumită zonă (sau obiectiv) a fost localizată pe hartă şi dacă relaţiile spaţiale dintre „punctele" marcate pe hartă sunt corecte sau nu (eventual, în ce fel au fost distorsionate). În funcţie de frecvenţa locaţiilor corecte şi a numărului de obiective corect menţionate, se vor putea distinge zone bine reprezentate în harta psihologică şi zone slab reprezentate (cu diverse grade intermediare). Aceste zone pot fi marcate cu culori diferite pe harta-tip rezultată.

Nu e neapărat nevoie de suprapunerea hărţilor mintale individuale într-o „hartă--tip". Putem recurge la analiza de caz, pentru a explica modul de reprezentare a teritoriului şi navigaţia în interiorul acestuia a unui singur subiect. Dacă însă dorim aglutinarea hărţilor psihologice individuale într-o hartă-tip pentru a putea extrage câteva concluzii mai generale, este bine să limităm de la început idiosincrasiile personale în construcţia hărţilor prin specificarea precisă a instrucţiunilor. De pildă, vom cere subiecţilor să deseneze numai străzile pe care le cunosc şi să menţioneze numele lor, ignorând orice alt reper. Dacă dorim în schimb să vedem cum este reprezentată mintal reţeaua agro-alimentară a oraşului, vom solicita subiecţilor să marcheze pe o hartă cu străzile urbei toate unităţile agro-alimentare pe care ei le cunosc. Vom putea stabili cu destul de multă rigoare care sunt unităţile cele mai bine reprezentate şi unde vor merge să-şi facă aprovizionarea etc.

O altă metodă, utilizată de Milgram şi colab. (1972), constă în prezentarea unor fotografii cu instantanee din diverse zone ale oraşului. Sarcina subiecţilor era de a menţiona dacă, pe baza acestor fotografii, recunosc sau nu zona din care au fost luate. Ne putem uşor da seama că rezultatele pe care le vom obţine depind de modul în care am făcut eşantionarea subiecţilor şi a fotografiilor pe care le prezentăm. Subiecţii trebuie să aparţină tuturor zonelor de locuit, într-o distribuţie geografică conformă cu datele de recensământ. Pentru asigurarea eşantionării instantaneelor fotografice prezentate se poate împărţi oraşul sau teritoriul respectiv în linii imaginare care să marcheze „longitudinea" şi „latitudinea" la distanţe egale unele de altele. Fotografiile se iau din fiecare dintre punctele de intersecţie a longitudinilor cu latitudinile anterior stabilite.

De pildă, S. Milgram şi colab. (1972), intenţionând să studieze harta psihologică a New York-ului, au recurs la un lot de 200 de subiecţi, reprezentativ distribuiţi geografic, prezentându-le fotografii din punctele de intersecţie a „longitudinilor" şi „latitudinilor" plasate la distanţe de 1000 m. Rezultatul investigaţiei lor a fost harta psihologică a New York-ului, prezentată în figura 5.16.

Fig. 5.16. *Harta psihologică a New York-ului*



În general vorbind, acurateţea recunoaşterii s-a dovedit a fi în funcţie de doi factori: *centralitatea* (C) zonei - adică locul pe care o zonă îl ocupă în fluxul cotidian al mişcărilor populaţiei şi *specificitatea* ei arhitecturală sau socială (S) - adică măsura în care o zonă are propria ei „culoare locală". Pe scurt, $R = f(C \times S)$. Aceasta înseamnă că, în harta psihologică a New York-ului, punctele focale, zonele „umblate" de multă lume şi cele cu o „culoare locală" proprie sunt cele mai bine reprezentate. O zonă anostă, slab reprezentată cognitiv, poate dobândi o reprezentare cognitivă mult mai amplă dacă acolo se amplasează un obiectiv de mare interes social şi/sau dacă i se creează o culoare locală proprie, prin amplasarea unor

monumente sau decoraţiuni speciale, menţinerea unei arhitecturi specifice sau a unui stil unic al vieţii de pe stradă. În repetate rânduri s-a constatat că oamenii se simt mai în siguranţă şi mai satisfăcuţi de viaţă dacă au o bună hartă psihologică a teritoriului în care trăiesc (îndeosebi a zonei lor de rezidenţă).

Stabilirea hărţilor psihologice este importantă atât pentru urbanistică şi marketing, cât şi pentru psihoprofilaxia socială.

5.6. Sumar

Imaginile mintale reprezintă forma şi configuraţia spaţială a unui ansamblu de obiecte, în absenţa acţiunii stimulilor asupra receptorilor. Ele se pot constitui şi pe baza unor informaţii non-vizuale, dar o parte din mecanismele implicate în producerea imaginilor mintale sunt responsabile şi de formarea imaginii senzoriale. Imaginile mintale reflectă relaţiile topologice dintre elemente, nu au sintaxă şi sunt neutre în raport cu valorile de adevăr. Aceste caracteristici le conferă calitatea de a participa masiv la procesele onirice şi creative. Componentele imaginii sunt neizotrope. Neizotropia părţilor se datorează gradului diferit de procesare semantică. Cu cât mai intens e procesat un element al unei configuraţii, cu atât mai bine este el reprezentat în imaginea mintală. Nu există mecanisme mnezice specifice numai reprezentărilor imagistice. Prodigiozitatea memoriei imagistice poate fi explicată prin ipoteza codului triadic.

Principalele procesări ale imaginilor mintale sunt: generarea, transformarea (rotirea, expandarea, împăturirea) şi scanarea. Toate procesările sunt penetrate de cunoştinţele noastre (tacite) despre mediul fizic în care trăim. Rezultatele experimentale asupra imagisticii mintale pot avea aplicaţii utile în psihodiagnostic sau analiza hărţilor psihologice.

Capitolul 6

SISTEMELE MNEZICE

6.1. Memoria senzorială

Noţiunea de memorie senzorială denotă persistenţa reprezentării senzoriale a stimulului timp de câteva sutimi de secundă, după ce acesta a încetat să acţioneze asupra receptorilor. De pildă, o senzaţie vizuală sau auditivă persistă în memoria noastră câteva sutimi de secundă, chiar şi după încetarea acţiunii stimulului corespunzător. Acest tip de memorie este specific fiecărei modalităţi senzoriale. Avem, aşadar, o *memorie vizuală sau iconică, o memorie auditivă sau ecoică, o memorie tactilă* etc. Retenţia senzorială a stimulului este automată - nu reclamă efort din partea subiectului - şi preatenţională - adică procesele implicate în memoria senzorială preced iniţierea celor implicate în atenţie. Cele mai intens studiate tipuri de memorie senzorială sunt cele pentru stimuli vizuali şi stimuli auditivi.

6.1.1. Memoria iconică

Să presupunem că prezentăm subiecţilor la tahistoscop, cu un timp de expunere de câteva sutimi de secundă, o configuraţie de litere ca în figura 6.1.

Fig. 6.1. *Grupuri de litere prezentate simultan, cu un timp de expunere de câteva sutimi de secundă* (*apud* Treisman, 1969)

A R D C

B S Z K

V F L P

Dacă, după expunerea acestor litere, subiecţilor din lotul experimental li se cere să le reproducă, ei vor oferi, în medie, 3-4 răspunsuri corecte, indiferent de numărul de litere de pe display. Vor pretinde însă că au reţinut mai multe litere, dar, în timpul reproducerii primelor litere, le-au uitat pe celelalte. Pentru a preveni această situaţie, Sperling (1960) a prezentat subiecţilor o configuraţie de litere similară celei din figura 6.1. Fiecare serie de litere era expusă pe o durată de 50 milisecunde, apoi

erau administrate subiecţilor diverse categorii de sunete. Dacă sunetul avea o intensitate ridicată, subiecţii trebuiau să reproducă itemii din şirul superior. Dacă era de intensitate medie - itemii din rândul mijlociu, iar dacă era de intensitate scăzută - literele din şirul de jos. Menţionăm că subiecţii nu erau avizaţi care dintre aceste sunete urma să le fie prezentat, astfel încât nu-şi puteau „orienta atenţia" asupra unei anume serii de stimuli. Rezultatele au fost net superioare faţă de cele obţinute prin metoda anterioară, subiecţii reţinând 3-4 itemi pentru fiecare serie, adică, în principiu, toţi itemii. Performanţele mai scăzute ale unor subiecţi au fost puse pe seama inabilităţii lor de a lucra conform instrucţiunilor (Anderson, 1985). Aceste performanţe erau obţinute doar dacă stimulul sonor care declanşa reproducerea survenea la un interval de până la aproximativ 100 milisecunde după terminarea expunerii grafemelor respective. În condiţiile în care sunetul era amânat, după 150-200 milisecunde apărea o deteriorare semnificativă a performanţelor, subiecţii reproducând doar 1-2 itemi dintr-o serie. Aceasta înseamnă că durata de retenţie a stimulilor vizuali, deci a memoriei iconice, este de aproximativ 100 milisecunde. Ea se realizează preatenţional, automat şi are, în principiu, o capacitate nelimitată.

Care e funcţia memoriei iconice? Se pare că persistenţa reprezentării senzoriale după încetarea stimulării e necesară pentru a putea extrage trăsăturile fizice ale stimulului (ex. : contururi, culoare, intensitate etc.). Un stimul de scurtă durată este prelungit în memorie pentru a-i putea extrage caracteristicile fizice semnificative care vor constitui inputuri pentru unele procesări ulterioare. S-ar putea chiar presupune că durata memoriei iconice, senzoriale - în general - corespunde răstimpului necesar pentru activarea detectorilor de trăsături.

Pentru stimulii cu o durată mai lungă de expunere, ca în cazul stimulilor vizuali cotidieni, nu mai este necesară persistenţa stimulilor, detectorii de trăsături având suficient timp pentru a extrage trăsăturile. Altfel, am vedea imagini suprapuse a doi stimuli succesivi (Haber, 1983). Memoria iconică prelungeşte stimulii doar atunci când clipim sau în cazul sacadelor oculare (30 milisecunde).

6.1.2. Memoria ecoică

Persistenţa sunetelor în registrul senzorial auditiv nu a căpătat încă o determinare atât de exactă. Durata memoriei ecoice a fost estimată, pe o plajă de valori, între 200 milisecunde - 2 secunde. Într-un experiment invocat adesea în literatura de specialitate, Plomp (1964) prezintă succesiv două sunete de intensitate medie. Dacă intervalul dintre cele două sunete creştea până la 200 milisecunde, subiecţii relatau că au auzit un singur sunet. Aceasta înseamnă că un stimul auditiv poate fi prelungit până la aproximativ 200 milisecunde, pentru a face fuziune cu un sunet ulterior. Peste această valoare subiectul surprinde două sunete distincte. Măsurătorile pragurilor senzoriale diferenţiale - o metodă psihologică bine cunoscută - se dovedesc relevante, aşadar, şi pentru măsurarea duratei memoriei senzoriale (auditive). Ca şi în cazul memoriei iconice, suntem tentaţi să credem că intervalul de 200 milisecunde

e reclamat de detectorii de trăsături pentru a extrage trăsăturile fizice ale stimulilor acustici. O astfel de ipoteză s-ar putea valida coroborând datele psihofizice cu cele referitoare la frecvenţa şi durata potenţialului de activare pentru detectorii de trăsături. Într-un alt experiment, Crowder şi Morton (1969) au utilizat o metodă similară celei folosite de Treisman (1960), înlocuind însă stimulii vizuali cu stimuli auditivi. Aceştia erau urmaţi de un fascicol luminos de intensitate ridicată, medie sau scăzută. Sarcina subiecţilor era de a reproduce cât mai multe dintre sunetele auzite anterior dintr-o serie, în funcţie de intensitatea stimulului luminos. Cei doi cercetători, utilizând mai multe loturi de subiecţi, măresc mereu intervalul dintre stimulii auditivi prezentaţi concomitent şi stimulul vizual ulterior. Se constată o deteriorare lentă a performanţelor mnezice pentru un răstimp de aproximativ 2 secunde, urmată de o scădere bruscă, substanţială după acest interval. De aici se conchide că durata maximă a memoriei ecoice este de aproximativ 2 secunde. Cercetări ulterioare au redus acest interval, fără a oferi o valoare cât de cât constantă (Martindale, 1991). Rămâne cert faptul că durata memoriei ecoice nu depăşeşte 1,5-2 secunde şi că memoria ecoică are o durată mai mare decât cea iconică. Persistenţa mai îndelungată a stimulilor auditivi faţă de cei vizuali este explicată, adesea, prin anatomia analizatorului auditiv care permite o recepţionare mai lentă a stimulului corespunzător (Allport, 1990).

Investigaţiile întreprinse asupra celorlalte tipuri de memorie senzorială (olfactivă, tactil-kinestezică etc.) sunt insuficiente pentru a permite extragerea unor concluzii valide. Pe baza datelor asupra memoriilor ecoice şi iconice, sunt plauzibile încă două remarci cu caracter mai general. Întâi, că memoria senzorială vizează reţinerea informaţiei precategoriale. Această remarcă derivă logic din faptul că procesul de categorizare, de stabilire a apartenenţei unui stimul la o clasă este un proces atenţional, reclamând atenţia subiectului. Or, retenţia stimulului, câteva sutimi de secundă după încetarea acţiunii lui asupra receptorului, nu reclamă atenţia, nu este însoţită de senzaţia subiectivă de efort, specifică proceselor atenţionale. În plus, detectorii de trăsături care se activează în acest răstimp extrag, după cum s-a menţionat, doar caracteristicile fizice simple ale stimulului, fără să-l categorizeze. Ca atare, avem motiv să conchidem asupra caracterului precategorial al informaţiei din registrul memoriei senzoriale. Nu vom reţine, de pildă, semantica unui cuvânt ci liniile, unghiurile, contururile din care sunt formate literele care îi intră în componenţă (stimulul vizual) sau intensităţile diferite ale sunetelor, în cazul în care cuvântul respectiv este recepţionat auditiv. Să notăm însă că subiecţii au realizat performanţe superioare la sarcina de tip Sperling doar atunci când grafemele au fost asemănătoare cu literele latine, nu şi în cazul unor grafeme dintr-o scriere necunoscută (Butler, 1974).

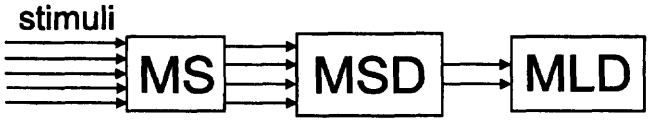
În al doilea rând, memoriile senzoriale au o locaţie anatomo-fiziologică specifică. Cercetările lui Penfield (1955) au relevat că stimularea electrică a unor zone cerebrale specifice determină apariţia unor senzaţii aparţinând unor modalităţi senzoriale specifice. Aceeaşi senzaţie reapărea dacă era stimulată aceeaşi zonă, la intervale de timp diferite.

Rezumând, să reţinem în memoria noastră de lungă durată (*sic !*) că: (1) memoria senzorială constă în prelungirea persistenţei stimulului după încetarea acţiunii sale asupra receptorului, pentru a permite activarea detectorilor de trăsături; (2) memoria senzorială e specifică unui anumit tip de senzaţii, aşadar, avem mai multe memorii senzoriale; (3) aceste memorii au o locaţie anatomică precisă, chiar dacă insuficient studiată şi (4) informaţia reţinută e precategorială, iar retenţia ei se face automat, preatenţional.

6.2. Memoria de scurtă durată sau memoria de lucru

Pe la sfârşitul anilor '50, au început să apară în literatura de specialitate tot mai multe teoretizări ale diferenţei dintre memoria imediată sau de scurtă durată şi memoria de lungă durată. Modelul care s-a impus ulterior şi a făcut o lungă carieră în psihologia cognitivă va apărea în 1968, într-un studiu elaborat de R.C. Atkinson şi R.M. Shiffrin: *Human Memory: A Proposed System and Its Control Processes*. Potrivit acestui model, informaţia stocată în memoria senzorială (MS) e transmisă ulterior memoriei de scurtă durată (MSD) care are o capacitate limitată, atât ca durată, cât şi ca volum. Din MSD, o parte a informaţiei este transferată în memoria de lungă durată (MLD). Reprezentarea schematică a modelului propus de Atkinson şi Shiffrin e prezentată în figura 6.2.

Fig. 6.2. *Reprezentarea schematică a modelului memoriei* (Atkinson şi Shiffrin, 1968)



Se contura, astfel, ideea existenţei unei diferenţe structurale între MSD şi MLD: MSD şi MLD sunt două sisteme autonome, distincte, chiar dacă se află în interacţiune. În favoarea diferenţei structurale dintre cele două sisteme ale memoriei au fost invocate o serie de date experimentale vizând capacitatea, durata, timpul de codare a informaţiei, actualizarea şi baza neurofiziologică. Ele sunt prezentate succint în tabelul 6.1.

Tabelul 6.1. *Principalele diferenţe dintre MSD şi MLD*

ASPECTE DIFERENŢIALE	TIPURI DE MEMORIE	
	MSD	MLD
1. Capacitatea	limitată (7±2)	nelimitată
2. Durata	limitată (2-20 sec.)	nelimitată (întreaga viaţă)
3. Tipul de codare a informaţiei	verbală sau imagistică	semantică
4. Actualizarea	serială	paralelă
5. Baza neurofiziologică	hipocampus	ariile parieto-occipitale stângi

Longevitatea modelului a fost susţinută nu numai de datele experimentale, ci şi de compatibilitatea lui cu experienţa subiectivă. În fiecare moment uităm o mare parte din ceea ce am auzit sau văzut anterior. O parte infimă din această informaţie intră în memoria noastră de lungă durată şi o putem recunoaşte sau ne-o putem reaminti după intervale mari de timp, de la câteva ore, la ani întregi. Gândiţi-vă doar cât vă mai reamintiţi din informaţia prezentată în primul capitol din acest volum? Cu siguranţă, cea mai mare parte a informaţiei a fost uitată. La fel ni se întâmplă când căutăm în cartea de telefon numele unei persoane. Dacă nu-l repetăm de câteva ori, sau dacă nu-l scriem pe o bucată de hârtie, după câteva minute - uneori secunde - trebuie să reluăm căutarea noastră. Prin repetiţie, o informaţie intră din MSD în MLD (*repetitio mater studiorum est*).

O examinare mai atentă a datelor experimentale, care urmează imediat, ne face să susţinem, în pofida unei tradiţii îndelungate, că între MSD şi MLD nu există diferenţe structurale. Mai precis, *diferenţele dintre MSD şi MLD sunt diferenţele dintre două stări ale aceluiaşi sistem, nu diferenţele dintre două sisteme diferite*. Memoria de scurtă durată, care este coextensivă cu memoria de lucru, reprezintă *cunoştinţele activate din memoria de lungă durată*[1]. Pe scurt, memoria de scurtă durată sau de lucru este partea activată a memoriei de lungă durată. Diferenţele dintre MSD şi MLD sunt, aşadar, de stare sau de nivel de activare a cunoştinţelor. Ele nu sunt două sisteme mnezice autonome. Din mulţimea totală a cunoştinţelor de care dispune subiectul uman (MLD), acele cunoştinţe care sunt temporar mai activate vor fi numite memorie de scurtă durată sau, preferabil - memorie de lucru. Să procedăm acum, pas cu pas, la analiza probelor experimentale şi teoretice care ne motivează opţiunea teoretică prezentată mai sus. Abia după examinarea lor vom reveni asupra tezei noastre.

6.2.1. Capacitatea memoriei de scurtă durată

Una dintre metodele cele mai frecvent utilizate pentru estimarea capacităţii MSD constă în prezentarea succesivă a unei serii de itemi (ex.: cifre, imagini, litere). Expunerea itemilor respectivi este întreruptă la un moment dat, iar subiecţii sunt solicitaţi să-şi reamintească în ordine inversă prezentării - de la cel mai recent, la cel mai îndepărtat item - cât mai mulţi itemi posibili. Procedura se poate repeta de mai multe ori şi/sau cu mai multe tipuri de materiale. Se constată, în mod regulat, că subiecţii nu întâmpină probleme deosebite în reamintirea ultimilor 3-5 itemi (primii - în ordinea solicitată de reproducere). Performanţele lor de reamintire ating, în medie, 7 itemi, foarte puţini reuşind să-şi reamintească 8-9 itemi. Realizând o serie de experienţe de acest gen, G.A. Miller (1956) le consemnează într-un articol clasic: *The magical number seven plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information (Numărul magic şapte plus sau minus doi: câteva limitări*

1. Idei similare au fost susţinute de Cowan (1988) şi Barsalou (1992).

ale capacităţii noastre de procesare a informaţiei). Aşa cum sugerează şi titlul, numărul de itemi pe care îl putem reactualiza la câteva secunde după prezentarea unui „material" variază în jurul valorii de 7 ± 2. În jargonul psihologic, aceasta înseamnă că volumul sau capacitatea memoriei de scurtă durată este de 7 ± 2 itemi.

Contrapuse memoriei de lungă durată, cu volumul imens, practic nelimitat de stocare a cunoştinţelor, aceste date experimentale au creat impresia că avem de-a face cu două sisteme diferite ale memoriei, cu două memorii structural deosebite una de cealaltă. Investigaţii ulterioare au arătat că estimările lui Miller erau prea optimiste, MSD reţinând doar 2-3 din itemii prezentaţi imediat anterior (vezi Richard, 1990). Ceea ce ne interesează acum e doar faptul că aceste cercetări au consolidat, totuşi, ideea existenţei a două blocuri separate ale memoriei.

Indubitabil, informaţia care poate fi reactualizată la un moment dat este limitată. Vom explica, într-un paragraf ulterior, de unde apare această variaţie în măsurarea volumului MSD, de la 2-3 la 9 itemi. Această limitare nu implică însă, aşa cum s-a crezut, existenţa a două tipuri diferite de memorie. Supunem atenţiei două categorii de rezultate experimentale care ne duc la cu totul altă concluzie.

Mai întâi, s-a confirmat în numeroase rânduri, atât prin analize de caz, cât şi prin experimente strict controlate, că volumul de informaţie din MSD se poate mări considerabil dacă subiectul uman grupează informaţia în unităţi cu sens, mai generale. Aceste unităţi au fost numite, chiar de către G.A. Miller, *chunks*, termen care nu are o traducere adecvată în limba română, dar nici în alte limbi de circulaţie, ca franceza sau germana, ceea ce a făcut ca el să fie preluat ca un termen *pass-partout*, în forma originală[2]. *Un chunk este cea mai înaltă modalitate de organizare a informaţiei de care dispune un subiect la un moment dat*. Aşadar, volumul informaţiei pe care o putem reţine pe termen scurt creşte considerabil dacă reuşim să integrăm această informaţie în unităţi de semnificaţie. Citiţi seria de cifre prezentată mai jos:

0 6 4 1 1 6 1 0 1 1 1 5.

Închideţi ochii şi încercaţi să le reproduceţi în ordinea citirii lor. E foarte probabil să aveţi dificultăţi serioase în reamintirea tuturor cifrelor. În definitiv, sunt douăsprezece cifre, ceea ce depăşeşte chiar şi estimările „optimiste" ale lui G.A. Miller! Şi totuşi, eu pot reproduce fără dificultate această secvenţă numerică, dar nu pentru că am o MSD prodigioasă, ci pentru că segmentez secvenţa respectivă în câteva unităţi semnificative – din punctul meu de vedere: 064 – prefixul telefonic pentru Cluj-Napoca, 116101 – numărul telefonic al Universităţii şi 115 – extensia de la Catedra de Psihologie. Am redus, astfel, informaţia la patru chunksuri, ceea ce corespunde întru totul estimărilor volumului MSD.

Încercaţi o segmentare similară pentru şirul de litere:

C I A F B I U S A K G B U R S S.

2. Luând în considerare preluarea sa ca atare şi în alte limbi, propun adopţiunea lui şi pentru limba română. De altfel, aceeaşi soartă au avut şi alţi termeni legaţi de ştiinţa şi tehnologia de vârf (ex.: quark, fractal, bit, software, hardware etc.). O altă posibilitate ar fi utilizarea termenului de *semem*.

În loc să memoraţi fiecare literă în parte, probabil le-aţi grupat deja, în cinci unităţi de sens: CIA/ FBI/ USA/ KGB/ URSS, rezultând astfel cinci grupuri semantice sau chunksuri. La un nivel superior de organizare a informaţiei, putem construi doar trei unităţi de semnificaţie: „servicii secrete", „USA", „URSS". Cu cât dispunem de mai multe cunoştinţe şi efectuăm mai multe procesări asupra informaţiei de intrare, cu atât mai integrative sunt unităţile de semnificaţie pe care le obţinem. În faza de reactualizare sau reamintire, informaţia iniţială poate fi reconstruită pe baza unui complex proces inferenţial din unităţile de semnificaţie stocate.

La prima vedere s-ar părea că doar am reformulat problema, fără să o rezolvăm. Capacitatea limitată a MSD se referă acum la chunksuri, nu la itemi. În realitate însă, apar câteva aspecte noi, destul de importante. Întâi, că limita capacităţii memoriei nu e dată de cantitatea de informaţie, ci de numărul de unităţi de semnificaţie (chunks), ceea ce e cu totul altceva. Aceste grupuri de semnificaţie pot conţine mai multă sau mai puţină informaţie, în funcţie de gradul de procesare al cărui rezultat sunt. Altfel spus, volumul informaţiei din MSD este variabil, iar această variaţie e dată de sememele construite. Numărul acestora în MLD este însă limitat.

În al doilea rând, şi mult mai important, segmentarea informaţiei de intrare şi formarea chunksurilor este rezultatul procesărilor descendente amorsate de cunoştinţele din memoria de lungă durată a subiectului. Deci, informaţiile nu au intrat iniţial în MSD, după care, o parte din ele au fost transferate în MLD ci, din memoria senzorială, au fost puse în corespondenţă direct cu cunoştinţele din MLD. Acest lucru a făcut posibilă categorizarea stimulilor şi organizarea lor pe unităţi integrative. Prezenţa masivă a bazei de cunoştinţe ale subiectului în organizarea informaţiei din MSD arată că aceasta nu precede MLD şi nu poate fi independentă de ea. Cunoştinţele din MLD sunt inerente constituirii elementelor cu care operăm în MSD.

A doua linie de argumentare pe care o vom dezvolta aici caută să arate că MSD nu numai că nu este independentă de MLD, ci este partea activată a acesteia. Investigaţiile asupra MSD au evidenţiat, în numeroase rânduri, că volumul acesteia pentru aceeaşi categorie de stimuli este extrem de variabil (vezi Wickens şi colab., 1963, Wickens, 1972, Barsalou, 1992). Metodologia generală a acestor cercetări este simplă, dar riguroasă. Se prezintă subiecţilor serii succesive dintr-o anumită categorie de stimuli. În finalul prezentării fiecărei serii, se cere subiecţilor să reproducă cât mai mulţi dintre stimulii anterior prezentaţi. Toţi cercetătorii menţionaţi mai sus constată că, iniţial, performanţele subiecţilor sunt ridicate, după care rata reproducerilor se deteriorează în mod semnificativ. Or, dacă MSD ar fi un sistem autonom, cu o capacitate constantă, performanţele ar trebui să rămână constante. Stimulii din secvenţele anterior prezentate fie au intrat în MLD, fie au fost uitaţi, ca atare, n-ar avea cum să influenţeze performanţa MSD. Dacă, după prezentarea acestor secvenţe de stimuli din aceeaşi categorie, subiecţilor din lotul experimental li se expune o nouă secvenţă, dar cu stimuli dintr-o altă categorie, rata reproducerii creşte brusc, în mod semnificativ. Adică volumul MSD, după ce s-a contractat, a intrat brusc în expansiune!

Să luăm un exemplu. Unui lot de subiecţi i se va prezenta succesiv o serie de nume proprii: Ana, Dan, Marina, Ion, Achim, Geta, Suzana. Imediat după

prezentarea acestei secvenţe (a cărei lungime poate fi mai mare), subiecţii sunt solicitaţi să reproducă cât mai multe din cuvintele prezentate anterior. Se prezintă apoi o altă serie: Ştefania, Violeta, Diana, Aron, Mara, Mircea etc. şi se procedează la o nouă fază de reproducere. Dacă repetăm experimentul utilizând stimuli din aceeaşi categorie, vom constata o curbă descendentă a performanţelor. La un moment dat, vom schimba categoria stimulilor din secvenţele prezentate şi vom alege, de pildă, nume de flori: zambilă, trandafir, lăcrimioară, crizantemă etc. Vom constata că rata reproducerilor atinge, iarăşi, parametrii maximi. Experienţele de acest gen au fost repetate cu categorii diferite de stimuli (ex.: verbali/nonverbali, imagistici/acustici, cu sens/fără sens etc.), constatându-se aceleaşi rezultate. Un fapt similar era consemnat de gestaltişti şi e cunoscut, în literatura de specialitate, sub numele de *„efectul von Restorff"*. Dacă subiecţii sunt solicitaţi să memoreze serii de stimuli dintr-o anumită categorie, în care este inserat un stimul dintr-o categorie diferită, rata reamintirii stimulului inserat este mult mai mare decât media ratei reamintirii celorlalţi stimuli. Să presupunem că avem seria:

C P D A R M 8 Z T F C.

Se observă că într-o serie de litere este inserată o cifră. Dacă încercăm să ne reamintim acum secvenţa de mai sus, e foarte probabil ca cifra respectivă să fie cel mai rapid de reactualizat. „Efectul von Restorff" se poate verifica cu diverse categorii de materiale experimentale. El poate chiar să obtureze efectul poziţiei în serie (6.2.2).

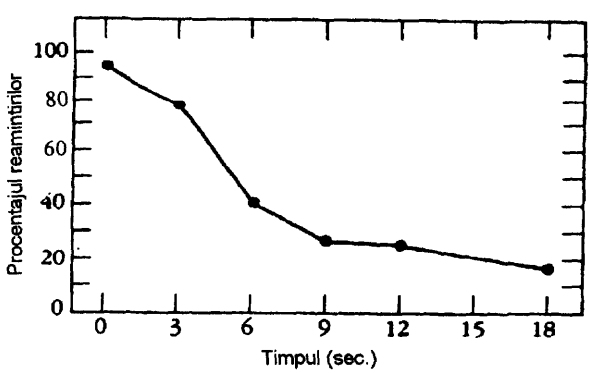
Fluctuaţiile capacităţii MSD pot fi explicate exhaustiv şi elegant dacă MSD este considerată ca o mulţime de cunoştinţe activate din MLD. Cu cât sunt mai multe cunoştinţe de aceeaşi categorie, cu atât mai mare este inhibiţia laterală, deci valoarea de activare a fiecărei unităţi de informaţie ce trebuie reactualizată este mai redusă. Efectul comportamental rezidă în scăderea treptată a performanţelor la testul de reproducere. Stimulii din altă categorie nu cad sub incidenţa inhibiţiei laterale a stimulilor precedenţi. Valoarea lor de activare este mai mare, iar performanţele la testul de reproducere - semnificativ mai ridicate. Acelaşi mecanism explică şi „efectul von Restorff": stimulul diferenţial, oriunde ar fi inserat într-o serie, are o valoare de activare mai ridicată şi o probabilitate de reactualizare mai bună.

Am trecut în revistă două categorii de date experimentale care au probat implicarea cunoştinţelor din MLD în constituirea elementelor MSD şi variaţia volumului MSD. Ele *nu* pot fi explicate dacă menţinem ideea că memoria de scurtă durată este un sistem mnezic autonom independent de MLD. În schimb, aceleaşi rezultate capătă explicaţie dacă MSD este considerată ca o mulţime de unităţi cognitive temporar activate. În plus, această nouă abordare a relaţiei MSD-MLD, ca relaţia dintre două stări de activare ale aceleiaşi mulţimi de cunoştinţe stocate de sistemul cognitiv, este în concordanţă cu toate datele experimentale privitoare la capacitatea limitată a memoriei temporare. Numărul de unităţi temporar activate este limitat, deoarece resursele de activare sunt limitate.

6.2.2. Durata MSD

Principala metodă de măsurare a duratei MSD a fost stabilită de Petterson şi Petterson (1959, 1971). În esenţă, ea debutează cu prezentarea unui set de stimuli. După terminarea expunerii acestora, subiecţii sunt solicitaţi să reproducă materialul respectiv la diverse intervale de timp, de ordinul secundelor. Pentru a nu permite repetarea, în limbaj intern, a stimulilor prezentaţi, subiecţii sunt puşi să execute o sarcină suficient de dificilă încât să le acapareze resursele disponibile. În varianta iniţială, Petterson şi Petterson (1959) au prezentat subiecţilor un set de cuvinte a câte trei litere fiecare. Ulterior, se cere subiecţilor să reproducă lista învăţată la interval de o secundă ; aceeaşi listă trebuia reprodusă după 2 secunde ş.a.m.d., până la intervalul maxim de 18 secunde. Între faza de prezentare a materialului şi faza de reproducere sau între diversele reproduceri ale materialului, subiecţii sunt solicitaţi să numere din trei în trei, în ordine inversă, începând cu 418 (ex. : 415, 412, 409 etc.). Rezultatele obţinute sunt prezentate în figura 6.3.

Fig. 6.3. *Durata MSD* (după Murdock, 1961)



Se poate observa că rata uitării este maximă în primele 6 secunde (uităm peste 50% din materialul memorat), iar după 15 secunde uităm aproximativ 90% din materialul iniţial, după care curba uitării se aplatizează.

Aceasta înseamnă că itemii care pot fi reproduşi după acest interval aparţin deja memoriei de lungă durată. Se conchide că durata MSD este de aproximativ 15-20 secunde.

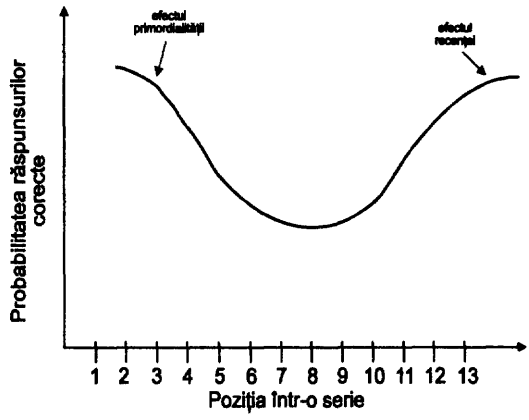
Reluat în diverse variante, cu diverse categorii de material, acest tip de experiment a evidenţiat fluctuaţia duratei MSD, în funcţie de similaritatea dintre materialul învăţat şi sarcina administrată între repetiţiile succesive ale acestuia. Cu cât similaritatea este mai mare, cu atât durata MSD este mai redusă.

De pildă, dacă iniţial subiecţilor li se prezintă o mulţime de cuvinte, iar ulterior, pentru a nu putea repeta „în gând" aceste cuvinte, sunt solicitaţi să rezolve fie o problemă de aritmetică (ex. : adunarea sau înmulţirea unor numere), fie una verbală

(ex. : rezolvarea unui careu de cuvinte încrucişate), se constată că durata MSD este mai lungă în primul caz decât în al doilea, deoarece interferenţa e mai redusă. Acest fenomen n-ar avea loc dacă MSD ar fi un sistem mnezic independent, durata sa rămânând constantă şi insensibilă la interferenţa dintre natura materialului de învăţat şi sarcina-distractor. Suntem iarăşi îndreptăţiţi să conchidem că variaţiile în durata MSD se datorează inhibiţiei reciproce dintre cele două tipuri de sarcini. Această inhibiţie laterală creşte o dată cu mărirea similarităţii dintre materialul de învăţat şi materialul distractor care interferează şi astfel reduc valoarea de activare a materialului de reprodus, reducând durata MSD. Dacă cele două sarcini sunt neasemănătoare, inhibiţia laterală este mai redusă, valoarea de activare a stimulilor-ţintă e mai ridicată şi, ca atare, persistenţa lor în memorie – mai îndelungată (vezi şi 3.3.4).

Acelaşi mecanism explică unul din cele mai binecunoscute şi constante fenomene din cercetările asupra memoriei de scurtă durată, numit *efectul poziţiei în serie*. Devenit unul dintre locurile comune din mai toate manualele de psihologie, efectul poziţiei în serie exprimă faptul că cei mai bine reţinuţi itemi dintr-o listă sunt cei de la începutul şi cei de la sfârşitul seriei. Distribuţia tipică a ratei reproducerilor corecte este prezentată în figura 6.4.

Fig. 6.4. *Efectul poziţiei în serie*



Itemii de la începutul seriei (cuvinte, imagini, silabe etc.) sunt mai bine reamintiţi, deoarece rata lor de activare este mai ridicată (efectul primordialităţii). La rândul ei, această valoare de activare sporită este efectul a doi factori: (a) *inhibiţia laterală mai scăzută* (ex. : primul item nu este inhibat de nici un alt item anterior, ci doar de cel subsecvent, prin urmare, valoarea sa de activare este cea mai ridicată; al doilea item are o valoare de activare deja mai redusă, fiind inhibat şi de un item antecedent şi de cei subsecvenţi ş.a.m.d.); (b) *oportunitatea repetării de mai multe ori a primilor itemi din serie* – ceea ce ridică rata lor de activare. Validarea acestei explicaţii a fost realizată de un alt experiment al lui B. Murdock (1961), care sporeşte frecvenţa de prezentare a itemilor, pentru a exclude posibilitatea repetării în limbaj intern a itemilor deja prezentaţi. Conform predicţiei iniţiale, se constată o diminuare semnificativă a ratei reamintirii itemilor de la începutul seriei.

Acurateţea sporită a reactualizării itemilor din finalul seriei (= *efectul recenţei*) se explică prin aceeaşi rată de activare mai ridicată în comparaţie cu itemii de la mijlocul seriei. Ultimul item, nefiind succedat de un altul, are valoarea de activare cea mai ridicată; penultimul – o valoare de activare mai scăzută decât ultimul, deoarece este inhibat lateral atât de antepenultimul, cât şi de ultimul item ş.a.m.d.

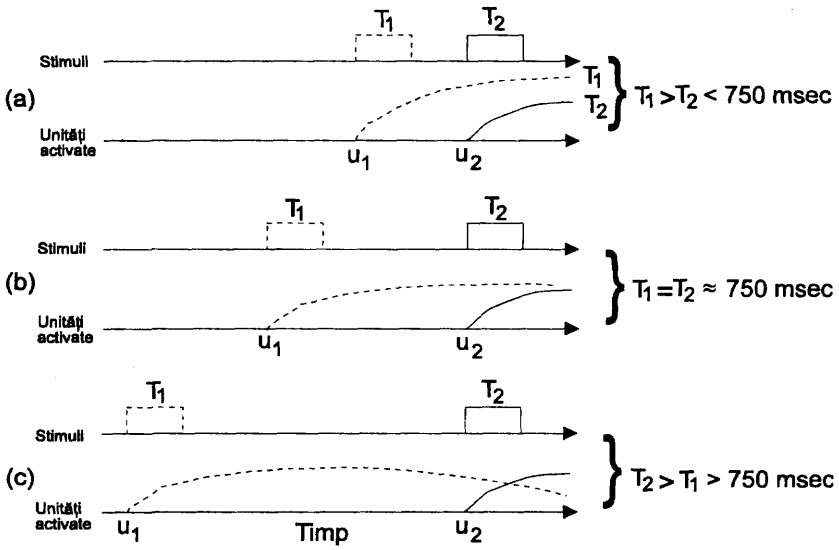
Se poate verifica această ipoteză prin mărirea intervalului dintre învăţare şi reproducere, astfel încât valoarea de activare a ultimelor unităţi dintr-o secvenţă să se degradeze. Într-adevăr, mărind intervalul dintre faza de învăţare şi cea de reproducere, Glanzer şi Cunitz (1966) constată o diminuare semnificativă după 10 secunde şi o dispariţie totală după aproximativ 30 de secunde a efectului recenţei. După 30 de secunde de la momentul memorării, stimulii finali nu sunt reactualizaţi mai bine decât stimulii din mijlocul unei serii.

Durata MSD este, de fapt, durata de activare a unităţilor cognitive existente la un moment dat în memorie. Activarea poate fi prelungită sau scurtată, în funcţie de intensitatea inhibiţiei laterale sau a altor fenomene care o pot face fluctuantă (ex.: repetiţia stimulilor, restul de activare preexistent etc.). În mod cotidian, foarte rar suntem confruntaţi cu sarcini ca cele administrate în experimentele controlate din laborator – învăţarea unei liste de cuvinte sau numere etc. De regulă, stimulii pe care-i receptăm se află în diverse relaţii de contiguitate cu alţi stimuli familiari, cu un rest de activare mai ridicat, astfel încât putem opera cu ei chiar şi după un timp mai îndelungat decât 15-20 de secunde. De pildă, acasă fiind, îmi propun să mă reîntorc la Universitate. Până să-mi realizez intenţia, pot efectua o mulţime de alte lucruri: stau de vorbă cu vecina de palier, cumpăr bilet de autobuz, mă întâlnesc cu diverşi cunoscuţi, discutăm despre diverse lucruri etc. Cu toate acestea, nu uit încotro am pornit. Modul în care sunt îmbrăcat, obiectele pe care le am la mine, imaginile de pe stradă care se succed în faţa mea, oamenii pe care-i întâlnesc etc., prin asociere, îmi menţin activat scopul comportamentului meu. Ni se poate întâmpla, uneori, să căutăm o carte în bibliotecă şi, citind diversele titluri înscrise pe cotorul cărţilor de pe raft, să uităm titlul cărţii pe care o căutam. Acest lucru e posibil deoarece contingenţele sunt extrem de asemănătoare, iar cărţile deja parcurse ne activează o serie de gânduri sau stări emoţionale care vor subactiva ţinta iniţială. După ce această activare s-a diminuat, titlul căutat devine din nou accesibil. Comportamental, acest lucru l-am observat cu toţii când, după ce ne-am oprit pentru câteva secunde, ne-a revenit în minte ceea ce, de fapt, căutam. În cazuri extreme şi cronice, această deficienţă a memoriei se numeşte boala Alzheimer.

Revenind la experienţele de laborator, putem oferi o altă ilustrare a tezei că MSD este o stare de activare temporară a cunoştinţelor din memorie invocând un experiment mai vechi efectuat de psihologii gestaltişti (Köhler, 1927). S-a constatat că două sunete (T_1 şi T_2), de intensităţi egale, sunt apreciate diferit, în funcţie de durata scursă între prezentările lor succesive. Dacă între momentul prezentării sunetului T_1 şi momentul prezentării sunetului T_2 s-au scurs mai puţin de 750 milisecunde (dar mai mult de 250-300 milisecunde, astfel încât avem de-a face cu un fenomen de MSD, nu de memorare senzorială), cele două sunete sunt percepute ca fiind distincte, însă, în mod invariabil, primului sunet i se atribuie o intensitate mai mare decât celui de-al doilea. Dacă intervalul de timp dintre T_1 şi T_2 este în jurul valorii de 750 milisecunde, celor două sunete li se atribuie intensităţi egale. Dacă răstimpul dintre T_1 şi T_2 este mai mare de 750 milisecunde, în mod constant subiecţii estimează că al doilea sunet are o intensitate mai mare decât cel dintâi. Aceste rezultate mai sunt cunoscute şi sub numele de *eroarea (efectul) succesiunii temporale.*

Cărui fapt se datorează acest straniu fenomen? Mai întâi, trebuie precizat că subiecţii din lotul experimental nu compară sunetele în sine, ci *memoria* lor, mai exact, *reprezentarea lor în memoria de scurtă durată*. Oricât ar fi de asemănătoare, un stimul şi reprezentarea sa în sistemul cognitiv sunt fenomene total diferite. O reprezentare poate fi transformată, prelucrată conform semnificaţiei sale sau pe baza unor reguli de calcul. În schimb, un obiect poate fi transformat doar pe baza legilor fizicii (1.3.1). Receptarea celor doi stimuli auditivi a determinat activarea a două unităţi cognitive. Aprecierea diferită a intensităţii lor în funcţie de durata succesiunii temporale este o consecinţă a decrementului dintre rata de activare a celor două reprezentări mentale. Reprezentarea grafică a acestei relaţii este prezentată în figura 6.5.

Fig. 6.5. *Eroarea succesiunii temporale*



Activarea unităţilor cognitive (neuromimetice) nu se realizează instantaneu, ci urmează o curbă exponenţială (vezi 1.4.2). Când intervalul dintre T_1 şi T_2 este mai mic de 750 milisecunde, din cauza decrementului de activare, rata activării unităţii u_1 este mai mare decât rata de activare a unităţii u_2, ceea ce ne face să apreciem că T_1 e mai intens decât T_2. Când intervalul dintre T_1 şi T_2 este de aproximativ 750 milisecunde, rata activării celor două unităţi este aproximativ egală, cele două sunete fiind socotite de intensitate egală. Dacă decrementul temporal depăşeşte 750 milisecunde, activarea primei unităţi cognitive se degradează, fiind surclasată de valoarea de activare a celeilalte unităţi, ceea ce în plan subiectiv se traduce prin asigurarea unei intensităţi mai ridicate celui de-al doilea sunet.

În concluzie, durata MSD este limitată, dar această limită este variabilă în funcţie de intensitatea interferenţei dintre sarcină şi stimulii distractori. Coroborate cu explicaţiile date efectului recenţei, efectului primordialităţii şi succesiunii temporale, aceste date converg spre susţinerea tezei că MSD este o *activare temporară a*

cunoştinţelor din MLD. Durata ei depinde de persistenţa acestei activări. Deci, durata limitată a MSD nu este un argument pentru a vedea în ea o structură mnezică aparte, în loc de o stare a unui sistem mnezic unitar.

6.2.3. Tipul de codare a informaţiei

Un alt argument, adesea invocat pentru a susţine ideea memoriei de scurtă durată ca sistem mnezic autonom, vizează modalitatea specifică de codare sau reprezentare a informaţiei. Specificul MSD ar consta în faptul că, spre deosebire de memoria senzorială care recurge la codarea neurobiologică a stimulului şi memoria de lungă durată care recurge la codarea semantică a acestuia, MSD procedează la reprezentarea *lingvistică*, verbală a stimulului. Subiectul uman procedează la verbalizarea (cu voce tare sau în limbaj intern) stimulului, prelungind astfel durata retenţiei sale de la câteva sutimi de secundă (memoria senzorială) la o durată de ordinul secundelor. Experimentul efectuat de R. Conrad (1964), datorită ingeniozităţii sale, merită prezentat aici. Acest experiment cuprinde două faze. În prima fază, subiecţilor din lotul experimental li se prezintă la tahistoscop câte o literă, cu un timp de expunere de ordinul sutimilor de secundă. După fiecare expunere, li se cere să numească ultima literă prezentată. Ceea ce ne interesează sunt erorile pe care le fac subiecţii. Se constată că majoritatea confuziilor apar între litere care au *caracteristici vizuale* similare. De exemplu, D este adesea confundat cu O sau Q; K este frecvent confundat cu X sau R etc. Similar se procedează cu o serie de stimuli auditivi, prezenţi pe un fond de zgomot suficient de puternic pentru a produce confuzii. Se constată că frecvenţa cea mai ridicată a confuziilor se înregistrează între sunetele care au *proprietăţi acustice* similare. De exemplu, se confundă adesea F cu X sau S; C cu V sau Z etc.

În a doua fază, subiecţii trebuie să memoreze şiruri de litere expuse succesiv pe display. Ca şi în cazul experimentului efectuat de Petterson şi Petterson (1962), între faza de memorare şi cea de reproducere trebuie efectuată o activitate care să blocheze posibilitatea repetării literelor memorate. La reproducere ne interesează nu atât performanţele realizate, cât, mai ales, confuziile – reamintirile greşite – care au loc. Deşi literele sunt expuse vizual, majoritatea confuziilor se fac cu litere similare *acustic*, nu vizual. De exemplu, în loc să confunde la reamintire pe C cu O sau Q (similaritate vizuală), subiecţii tind să-l confunde cu V sau Z (similaritate acustică). De aici se trage concluzia că subiectul verbalizează – în limbaj intern – stimulii (inclusiv cei vizuali, nonverbali). Ca atare, se conchide că memoria de scurtă durată se individualizează printr-o reprezentare specifică a stimulilor – cea verbală.

Luarea în considerare şi a altor investigaţii – adesea neglijate de teoreticienii MSD –, precum şi coroborarea cu unele rezultate obţinute în legătură cu reprezentările din MSD modifică însă imaginea noastră asupra acesteia. Deşi se recurge preponderent la codarea verbală a stimulului în MSD, aceasta nu este singura reprezentare cu care operează acest tip de memorie. Investigaţii întreprinse chiar de

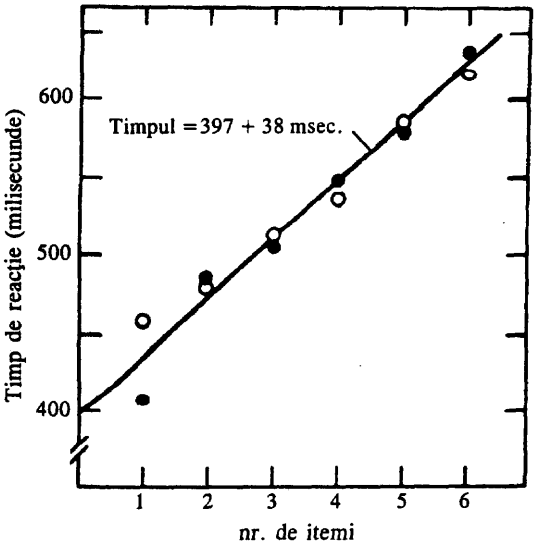
R. Conrad (1972) pe subiecţii cu deficienţe auditive severe, congenitale („surzii"), cu aceeaşi metodologie ca în experimentul prezentat mai sus, au relevat faptul că aceştia recurg la reprezentarea imagistică, vizuală a stimulilor. Spre deosebire de subiecţii normali, confuziile constatate sunt de ordin imagistic. O mulţime de abordări ulterioare au dovedit, pe de o parte, că în MSD apar, alături de reprezentări verbale, şi reprezentări semantice, imagistice sau procedurale, iar pe de altă parte, că MLD nu conţine numai reprezentări semantice, ci şi oricare dintre reprezentările menţionate mai sus (Anderson, 1985, Baddeley, 1986, Barsalou, 1992 etc.). De aici rezultă că diferenţele dintre MSD şi MLD pe baza tipului de reprezentare utilizat sunt nerelevante. O dată în plus, MSD se dovedeşte consubstanţială cu MLD.

6.2.4. Reactualizarea informaţiei

O serie de investigaţii întreprinse de S. Sternberg (1962, 1975) au convins mulţi cercetători că accesul la informaţia din MSD se face serial, pe când reactualizarea informaţiei din MLD se realizează în paralel. Această deosebire a fost invocată pentru independenţa MSD faţă de MLD. Să analizăm viabilitatea unei asemenea pretenţii.

Sternberg prezintă pe un display serii de itemi. Aceste serii creşteau în mod constant cu câte o unitate. De exemplu, prima serie avea un singur item „M", a doua – doi itemi KS, a treia – trei itemi DSF etc. Numărul maxim de itemi dintr-o serie este de şase. La un moment dat, necunoscut de subiecţii din grupul experimental, pe ecran apare un anumit item. Sarcina indivizilor constă în a acţiona două taste („DA" şi „NU") dacă acest item a aparţinut sau nu seriei imediat anterioare. De exemplu, după prezentarea seriei KS, pe display apare litera Q; în acest caz, subiectul trebuie să acţioneze tasta „NU", dacă doreşte să ofere răspunsul corect. Pentru a realiza această recunoaştere, subiecţii trebuie să reactualizeze itemii secvenţei anterioare şi să-i compare cu itemul în cauză. Înregistrând timpul de reacţie (TR), Sternberg constată că în cazul iniţial, când seria are un singur item, TR este de 398 milisecunde. La fiecare adăugare a unui item la o serie, TR creşte în mod constant cu 38 milisecunde. Astfel, la o serie de 2 stimuli, TR pentru realizarea recunoaşterii este de 436 milisecunde (398+38); la o serie de

Fig. 6.6. *Variaţia liniară a TR în funcţie de numărul itemilor memoraţi*



3 stimuli, TR = 474 milisecunde etc. Aceleaşi rezultate s-au obţinut în mod constant, indiferent de natura stimulilor (ex. : litere sau cifre), vârsta subiectului, apartenenţa sau neapartenenţa itemului la seria respectivă. Pe scurt, *TR creşte liniar cu numărul itemilor aflaţi în memorie* (figura 6.6).

Interpretând rezultatele, S. Sternberg - şi după el, mulţi alţi cercetători - atribuie variaţia liniară a TR faptului că subiectul procedează la o inspecţie serială a itemilor din memorie. Fiecare este actualizat şi comparat pe rând cu stimulul aflat pe display, pentru a decide dacă acesta a aparţinut sau nu seriei. Cu cât sunt mai mulţi itemi, cu atât căutarea serială necesită un timp mai îndelungat. Timpul necesar actualizării unui item este constant şi are valoarea de 38 milisecunde.

Invarianţa rezultatelor şi eleganţa interpretării au oferit un temei solid pentru teoria reactualizării seriale a informaţiei din MSD. Pe de altă parte, era indubitabil că accesarea cunoştinţelor din MSD se face în paralel, simultan. De exemplu, recunoaştem rapid şi fără „dificultate" cuvântul dificultate scris în această frază. Ţinând cont de faptul că un vorbitor natural adult de limbă română are un vocabular de aproximativ 50.000 de cuvinte în MLD, dacă accesul ar fi serial şi ar trebui să comparăm fiecare cuvânt cunoscut cu secvenţa de grafeme pentru a-l recunoaşte, viaţa noastră ar fi un calvar. Or, din fericire, accesarea informaţiilor din MLD se face în paralel şi fără un consum semnificativ de energie.

A trebuit să treacă ceva timp până când, destul de timid, câţiva cercetători au început să susţină că aceleaşi rezultate pot fi explicate şi prin accesarea paralelă a informaţiei din MSD. Dacă actualizarea informaţiei reclamă activarea acesteia peste un anumit prag, atunci aceleaşi resurse de activare de care dispune subiectul trebuie să se distribuie pe 1, 2 sau 6 itemi. Cu cât activarea se distribuie pe mai mulţi itemi, cu atât mai redusă este valoarea de activare rezultată pentru fiecare item, deci el reclamă un timp mai îndelungat pentru a fi reactualizat. Aşadar, aceleaşi date experimentale devin compatibile cu două explicaţii diferite - una care susţine accesul serial la informaţia din MSD, alta care susţine iniţierea unor proceduri paralele de căutare a acestei informaţii. Pentru a decide care dintre explicaţii este cea mai viabilă, se procedează la generarea de predicţii şi testarea lor experimentală. (Ca în cazul oricărui construct teoretic, singura cale de testare experimentală este cea indirectă, prin verificarea predicţiilor teoriei.) Iată un exemplu relevant de predicţie: dacă accesul la itemii din MSD se face prin procesări paralele, care sporesc valoarea de activare a acestora, atunci actualizarea ultimilor itemi dintr-o serie se face mai rapid, deoarece restul de activare pe care aceştia îl au în momentul recunoaşterii este mai ridicat. Să presupunem, de pildă, că pe display a apărut secvenţa GPSKTR. Imediat după aceea proiectăm litera R, care aparţine secvenţei, deci subiectul, răspunzând corect, apasă pe tasta „DA". Putem să avem o altă situaţie, în care pe ecran proiectăm litera G. Fireşte, şi această literă a aparţinut seriei, deci, la un răspuns corect, va fi apăsată aceeaşi tastă. Din acest punct de vedere, răspunsurile sunt similare. În care caz TR va fi mai rapid? Dacă teoria accesului serial e valabilă, atunci TR va fi identic sau, eventual, va fi mai scurt pentru litera G. Dacă teoria accesului paralel este cea valabilă, atunci recunoaşterea lui R va fi mai rapidă,

deoarece restul său de activare e mai ridicat, fiind ultimul din serie conform predicţiei prezentate mai sus. Admiţând o alocare identică a resurselor, activarea cea mai ridicată o are acea unitate cognitivă al cărei rest de activare a fost mai ridicat. Într-adevăr, s-a confirmat experimental că, după 1,5 secunde, TR pentru recunoaşterea ultimilor itemi dintr-o serie, este mai scurt decât TR pentru recunoaşterea celor de la începutul secvenţei respective (Townsend, 1990, Martindale, 1991).

Prezentarea demersurilor teoretico-experimentale anterioare poate fi plictisitoare sau fără sens pentru un cititor grăbit. Am insistat asupra ei pentru că este o bună ilustrare a gradului de subtilitate şi acurateţe la care a ajuns psihologia cognitivă. Tocmai din această împletire a experimentului cu modelarea se construieşte corpul compact al ştiinţei cognitive. Iar o ştiinţă este un corp compact de cunoştinţe, nu o sumă de opinii. Sper ca acest exemplu să aibă şi o anumită valoare educativă, atrăgând atenţia psihologilor asupra modului în care trebuie construită psihologia de mâine.

Revenim la problematica în discuţie, doar ca să conchidem că instituirea unui sistem mnezic autonom pentru MSD, pe temeiul specificităţii modului de accesare a informaţiei, nu mai are viabilitate. MSD şi MLD se referă la acelaşi sistem mnezic, aflat însă în două stări diferite de activare.

6.2.5. Baza neurofiziologică

În fine, ultimul argument luat în discuţie cu privire la relaţia dintre MSD şi MLD, vizează baza neurofiziologică a acestora. Partizanii MSD ca sistem mnezic autonom (chiar dacă admit interacţiunea cu MLD) invocă existenţa unor structuri neurofiziologice diferite în cele două cazuri. În acest sens, ei reiau până la obstinaţie faimosul caz H.M.

H.M. era la începutul anilor '50 unul dintre pacienţii constanţi ai clinicilor americane de neuropsihiatrie. Prin 1953, crizele sale de epilepsie au devenit însă atât de intense şi frecvente, încât nici un gen de chemoterapie nu mai avea vreun efect. Presupunând că principala cauză generatoare de crize se află la nivelul hipocampusului, o echipă de chirurgi procedează la o intervenţie chirurgicală, în cursul căreia îi extirpă hipocampusul şi unele arii colaterale. Ulterior, frecvenţa crizelor epileptice a scăzut simţitor. Coeficientul de inteligenţă (IQ) a rămas acelaşi, ba chiar se constată o uşoară îmbunătăţire, pusă pe seama reducerii interferenţei dintre abilităţile intelectuale şi crizele epileptice. Principala consecinţă negativă a fost apariţia unei amnezii antero- şi retrograde totale pentru fapte şi conţinuturi semantice. Dramatismul acestor efecte şi evoluţia ulterioară a medicaţiei chimice au făcut ca astfel de intervenţii chirurgicale să nu mai aibă loc.

Dacă pacientul respectiv era întrerupt în timpul efectuării unei sarcini, ulterior nu-şi mai reamintea nimic şi executa sarcina de la început. De pildă, citea aceleaşi reviste, în fiecare zi, fără să-şi amintească deloc că le citise cu o zi înainte. Dacă în timpul lecturii cineva îl solicita la o scurtă conversaţie de câteva minute, ulterior, H.M. relua lectura de la început, motivând că niciodată nu a mai auzit de articolul

respectiv. Aceste date clinice au fost interpretate mai târziu ca un deficit al memoriei de lungă durată. Memoria de scurtă durată era intactă (ex.: pacientul putea să înţeleagă ceea ce citea, deci reţinea începutul propoziţiei, cel puţin până ajungea la finalul ei). În schimb, stocarea pe termen lung a informaţiilor era, practic, inexistentă. Existenţa unor tulburări neuropsihice care să afecteze diferit MSD şi MLD este un argument persuasiv în sprijinul autonomiei structurale a MSD.

Prin contrast, se citează cazul unui alt pacient, K.F., cu o deteriorare semnificativă a MSD în condiţiile menţinerii intacte a MLD. Un nefericit accident de motocicletă i-a provocat lui K.F. un traumatism cranio-cerebral în zona parieto-occipitală stângă. Supus la diverse teste de memorie (ex.: de învăţare a unei liste de itemi care trebuiau ulterior reproduşi), se constată *dispariţia efectului recenţei* sau, în cel mai bun caz, este prezent doar pentru un singur item. Absenţa acestui efect este interpretată ca o deteriorare a MSD în condiţiile menţinerii intacte a MLD (rata reamintirii itemilor de la mijlocul seriei nu diferă faţă de a subiecţilor normali).

Dată fiind raritatea unor astfel de tulburări, nu e de aşteptat, cel puţin în viitorul imediat, un studiu statistic semnificativ asupra proiecţiilor neurofiziologice ale MSD şi MLD. Semnificaţia statistică nu trebuie căutată însă cu obstinaţie pentru a valida rezultatele obţinute. În definitiv, discipline cu prestigiu ştiinţific incontestabil sunt construite, în mare parte, pe exemple. Lingvistica este un caz reprezentativ în acest sens. Excesul metodologic, „imperialismul metodologic", poate produce scotomizări importante ale cercetării ştiinţifice. Nu putem însă să nu remarcăm că validitatea argumentelor bazate pe cele două cazuri este problematică. În cazul pacientului H.M., lipseşte orice evaluare cantitativă a performanţelor sale mnezice. Singurele date de care dispunem sunt de natură anecdotică sau consemnări ale unor observaţii clinice. În acelaşi timp, chiar dacă luăm aceste date ca bază de inferenţă, ele nu implică în mod necesar existenţa unor structuri anatomice separate pentru MSD şi MLD. Putem presupune că prin extirparea ariilor hipocampice a fost distrusă principala locaţie a MSD, dar nu întreaga bază neurofiziologică a acesteia. Întrucât pacientul H.M. înţelegea ceea ce citea - iar înţelegerea implică, în mod necesar, utilizarea unor cunoştinţe anterioare despre semnificaţia grafemelor, a cuvintelor etc. -, conchidem că o parte a structurilor neurofiziologice ale MLD au rămas, totuşi, intacte. Activarea acestora a fost suficientă pentru efectuarea unei sarcini de genul citirii unui text. Pe scurt, cazul H.M. evidenţiază rolul crucial al hipocampusului în retenţia pe termen lung a cunoştinţelor declarative, dar nu probează că hipocampusul este singura locaţie a MLD şi, ca atare, nu probează existenţa unei structuri neurofiziologice pentru MSD diferite decât cea pentru MLD. Cunoştinţele din MLD sunt prezente la pacientul H.M., chiar dacă proporţia lor este drastic limitată. Activarea lor permite realizarea sarcinilor de care acesta s-a dovedit capabil. Vom vedea ulterior că unele cunoştinţe implicite ale pacientului au rămas intacte (6.7).

Întâmpinări asemănătoare se pot aduce interpretării datelor oferite de cazul K.F. Fără a intra în detalii, aceste date sunt perfect compatibile cu ideea existenţei unui deficit de activare. Dispariţia sau diminuarea efectului recenţei poate fi, la fel de bine, datorată reducerii duratei activării în urma unor modificări biochimice induse

de traumatismul suferit. Nu este în joc o structură neurofiziologică, ci o *stare* de activare a cunoştinţelor, multiplu mediată de mecanisme încă necunoscute.

Nu pretindem că am tranşat definitiv problematica proiecţiilor neurofiziologice ale MSD şi MLD. Rezolvarea ei reclamă un efort teoretico-experimental remarcabil, mult peste puterile unui singur om; chiar dacă nu am adus suficiente argumente în favoarea ideii că baza neurofiziologică a MSD şi MLD este aceeaşi, diferenţele fiind de stare sau nivel de activare, cel puţin am dovedit, cred, *insuficienţa probelor contrare*, care atribuie structuri neurofiziologice diferite celor două tipuri de memorie. Folosesc acest prilej pentru a insista puţin asupra unei confuzii regretabile care se face foarte frecvent între simptomul şi funcţia aferentă unei structuri neurofiziologice.

De regulă, dacă în urma afectării unei arii cerebrale datorate fie intervenţiei chirurgicale, fie unei infecţii sau unui traumatism cranio-cerebral apare o perturbare comportamentală, în mod automat se atribuie ariei respective funcţia de realizare a comportamentului perturbat. De exemplu, dacă deteriorarea zonei parieto-occipitale stângi duce la deficienţe ale memoriei de scurtă durată, se consideră că această arie îndeplineşte funcţia de retenţie temporară a cunoştinţelor. Dacă lezarea ariei V_5 din cortexul vizual duce la prosopagnozie, în mod automat se conchide că funcţia ariei respective constă în recunoaşterea feţelor umane etc. Orice manual de neuropsihologie este plin de astfel de exemple. Aceste conjecturi nu sunt întotdeauna eronate, dar nici nu sunt în mod necesar adevărate. Să gândim pe un model mult mai intuitiv decât reţelele neuronale, şi anume reţeaua de căi ferate din ţară. Să presupunem că, dintr-un motiv necunoscut, toate macazurile din staţia Braşov s-au defectat. Printr-un lanţ de consecinţe, orarul trenurilor care pleacă şi sosesc la Cluj-Napoca suferă perturbări considerabile. Fiind date doar aceste două categorii de date – macazurile deteriorate la Braşov şi modificarea traficului feroviar în staţia Cluj-Napoca –, putem oare conchide că funcţia îndeplinită de aceste macazuri este de a stabili orarul de plecare/sosire a trenurilor în Cluj? Cu siguranţă nu. Macazul are funcţia de comutare a şinelor căii ferate la o nouă linie de parcurs. O conjectură de acest tip pe care ne ferim să o facem în cazul sistemului feroviar, o facem automat, fără discernământ, la nivelul sistemului nervos. Asocierea unui *simptom* cu o arie cerebrală ne face să conchidem, fără rezerve, că *funcţia* acelei arii cerebrale este de a realiza comportamentul deteriorat (în legătură cu care apare simptomul). De fapt, funcţia ei poate fi cu totul alta; deteriorarea survenită poate însă antrena o serie de consecinţe, total necunoscute nouă, care să afecteze un cu totul alt segment cerebral care, într-adevăr, îndeplineşte funcţia respectivă. Aşadar, *simptomul şi funcţia asociată unei arii cerebrale sunt două lucruri diferite*. Nu întotdeauna, fireşte. Pot exista cazuri în care simptomul se asociază cu aceeaşi structură neurofiziologică cu care se asociază şi funcţia respectivă. Aşadar, o astfel de conjectură nu este *ab initio* falsă, dar nici nu este în mod necesar adevărată. Or, cea mai mare parte a neuropsihologiei se bazează pe astfel de conjecturi. Remarcile de mai sus vor induce, sper, o anumită circumspecţie în modul în care evaluăm datele neurofiziologice despre funcţiile psihice, în special cele cognitive. În cadrul unei teorii cognitive

unificate, orice generalizare de la nivel implementaţional la nivel computaţional sau reprezentaţional-algoritmic trebuie examinată cu atenţie înainte de a fi postulată ca legitate generală a sistemului cognitiv. Cu toată dezvoltarea spectaculoasă a neuroştiinţelor în ultimele decenii, unul dintre laureaţii premiului Nobel din anii trecuţi, neurologul P. Sanders, sublinia că nivelul actual al cunoştinţelor noastre despre creier este acelaşi cu al cunoştinţelor pe care le aveam despre inimă în Evul Mediu (*apud* Posner, 1990).

Ca o concluzie a întregului subcapitol, analiza atentă a relaţiilor dintre MSD şi MLD sub aspectul volumului, duratei, tipului de codare folosit, tipului de reactualizare şi al structurii neurofiziologice implicate a evidenţiat, contrar opiniei „oficiale", că MSD şi MLD *nu sunt structuri mnezice separate*. Diferenţa dintre ele este de natură *funcţională*, nu structurală şi rezidă (în primul rând) în diferenţa de nivel de activare. Relaţiile dintre MSD şi MLD, recunoscute şi anterior dar considerate ca interacţiuni între două sisteme mnezice independente, sunt, de fapt, relaţiile dintre două stări de activare ale unui bloc unic de cunoştinţe-declarative de care dispune sistemul cognitiv uman. Este de presupus ca valoarea de activare a acestor cunoştinţe să se distribuie de-a lungul unui continuum, ceea ce face şi mai problematică circumscrierea riguroasă a limitelor MSD şi MLD. De aici şi variaţiile, constatabile experimental, ale capacităţii MSD (de la 2 sau 3 la 9 itemi) sau la nivelul duratei (de la câteva secunde, până la 20 de minute). Cu cât o informaţie este mai intens activată, cu atât mai îndelungată este prezenţa sa în câmpul conştiinţei.

6.2.6. Memoria de scurtă durată este memorie de lucru

Am arătat mai sus că memoria de scurtă durată este, de fapt, o stare de activare a unor unităţi cognitive. Ea este acea parte din memorie activată temporar. Această activare este necesară pentru realizarea unor sarcini sau rezolvarea unor probleme. *Cunoştinţele şi mecanismele de procesare activate în vederea rezolvării unei probleme formează memoria de lucru.* Noţiunea de memorie de lucru a fost lansată şi consacrată de A.D. Baddeley (1982, 1986). El consideră însă că memoria de lucru (ML) este diferită de MSD sau MLD. Consecvent cu argumentaţia anterioară, vom conchide că memoria de scurtă durată, înţeleasă ca activare temporară a memoriei de lungă durată, este un alt nume pentru acelaşi fenomen, deci cele două sunt identice. Ţinând cont de faptul că inflaţia terminologică nu este de bun augur pentru dezvoltarea unei ştiinţe, căci ea poate crea confuzii şi iluzia unor false piste de cercetare, stabilirea identităţii a doi termeni (şi noţiuni în acelaşi timp) este un pas necesar spre eliminarea unuia dintre ei. Date fiind conotaţiile sale nefaste ca sistem mnezic din perechea în discuţie, termenul care trebuie eliminat este cel de memorie de scurtă durată. Aşadar, de acum înainte, vom folosi termenii de memorie de lucru şi memorie de lungă durată. Când voi spune că un item se află „în memoria de lucru", înţeleg că se află *în starea de activare temporară* numită memorie de lucru, nu într-un bloc mnezic independent. Similar, când spun că o cunoştinţă este în

memoria de lungă durată, subînţeleg că se află într-o stare (temporară) de subactivare, neparticipând direct la rezolvarea unei sarcini momentane. Memoria de lucru (ML) şi memoria de lungă durată (MLD) sunt stări diferite de activare ale unui ansamblu unic de cunoştinţe.

Ar fi o naivitate să credem că noţiunea de memorie de scurtă durată nu va mai fi utilizată de azi înainte. Comunităţile ştiinţifice au idiosincrasiile şi ciudăţeniile lor (vezi Kuhn, 1976). De regulă, ele nu-şi cheltuiesc prea multe resurse în dispute terminologice, pândite mereu de pericolul alunecării în scolastică. Nu ajută însă la nimic popularea sistemului cognitiv cu tot soiul de noţiuni fantomatice care creează false probleme. Opţiunea exprimată aici vine în consens cu propunerile a tot mai mulţi cercetători, mai ales din ultimii ani, de abandonare a conceptului de memorie de scurtă durată (ex.: Cowan, 1988, Richard şi colab, 1990, Barsalou, 1992). Oricum, ceea ce contează nu sunt termenii, ci mutaţia la nivelul modelării sistemului cognitiv: un singur ansamblu de cunoştinţe (declarative) se află într-o stare de subactivare (= memoria de lungă durată) şi de *activare temporară în vederea rezolvării de probleme* (= memoria de lucru).

Rezumând foarte pe scurt, am ajuns la această concluzie printr-o argumentare în doi timpi: (1) analiza datelor experimentale indica faptul că MSD este activarea temporară a MLD; (2) compararea MSD cu ML ne-a arătat că ambele circumscriu mulţimea unităţilor cognitive temporar activate (cunoştinţe + mecanisme de procesare), ca atare, ele sunt identice. Promovarea unuia dintre termeni şi abandonarea celuilalt are la bază raţiuni epistemologice.

6.3. Atenţia şi memoria de lucru

Una dintre constatările supărătoare pe care le poate face oricine consultă bibliografia de specialitate se referă la faptul că aceleaşi date experimentale sunt invocate atât în cazul atenţiei, cât şi în cazul conştiinţei sau al aşa-numitei memorii de scurtă durată. De exemplu, capacitatea MSD de 7 ± 2 itemi este invocată şi când se discută volumul atenţiei, şi când se vorbeşte despre câmpul conştiinţei (Johnson-Laird, 1988, Preda, 1991). Nu cumva confuzia dintre volumul MSD şi volumul atenţiei se transplantează la memoria de lucru? Ce relaţie este între atenţie şi memoria de lucru? În definitiv, nu sunt ambele definite ca fiind unităţi cognitive activate?

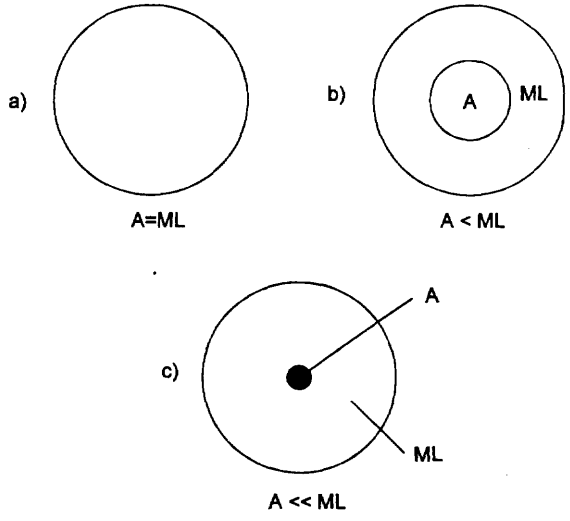
Înainte de a da un răspuns riguros la aceste chestiuni, să ne imaginăm aşteptând pasivi într-o staţie de autobuz. Nefiind preocupaţi de ceva anume, auzim conversaţiile oamenilor, vedem feţele lor, percepem traficul stradal şi pietonal, temperatura de afară etc. Treptat, devenim nerăbdători şi începem să căutăm cu privirea autobuzul pe care-l aşteptăm. În sfârşit, la capătul străzii apare un autobuz. O mare parte dintre stimulii pe care-i procesam anterior nu mai sunt luaţi în seamă. Atenţia noastră e captată de imaginea acestui autobuz. Pe măsură ce se apropie, câmpul

atenţiei noastre se reduce şi mai mult: nu mai contează mărimea sau culoarea lui, viteza de deplasare etc. Ne străduim să desluşim cât mai rapid ce număr de linie are înscris într-o anumită parte a parbrizului, ca să ştim cum să ne poziţionăm. (N-am uitat informaţiile despre numărul de persoane care aşteaptă autobuzul respectiv, comportamentul de care ar putea da dovadă încercând să urce în autobuz etc.)

Nu e greu de desluşit că, *în raport cu volumul memoriei de lucru, volumul atenţiei este mai fluctuant*. În starea de relaxare şi aşteptare pasivă, capacitatea atenţiei se suprapune peste capacitatea memoriei de lucru. Există un număr de informaţii mai activate decât restul informaţiilor din memorie, dar nici una nu prezintă un interes deosebit. Atenţia şi ML sunt coextensive (figura 6.7.a).

Capacitatea maximă a atenţiei este identică cu capacitatea maximă a ML (± 7 chunks). Ea se realizează în starea de relaxare şi aşteptare pasivă.

Fig. 6.7. *Diverse relaţii dintre extensiunea atenţiei şi a memoriei de lucru*



Diferiţi factori motivaţionali sau afectivi pot orienta sistemul cognitiv spre procesarea mai intensă, mai detaliată a unui număr mai restrâns de itemi. Cu cât numărul acestor itemi este mai redus, cu atât nivelul lor de activare este mai ridicat. Intensificarea valorii de activare a unor itemi determină, prin inhibiţie laterală, reducerea valorii de activare a itemilor concurenţi. Ca urmare, volumul atenţiei se reduce considerabil faţă de volumul memoriei de lucru (figura 6.7.b). La nivelul experienţei subiective, această situaţie e percepută în felul următor: cu cât ne focalizăm atenţia asupra unui număr mai redus de itemi, cu atât mai puţine lucruri ne reamintim despre alţi stimuli aflaţi în mediu. Când spunem că „ne-am îndreptat atenţia spre" sau „ne-am focalizat atenţia" nu înseamnă că posedăm o facultate psihică, pe care o putem controla volitiv, numită atenţie, aşa cum apare la nivelul experienţei cotidiene, „canonizată" de psihologia tradiţională. De fapt, „a ne focaliza atenţia" înseamnă a spori valoarea de activare a unor reprezentări cognitive - în defavoarea altora - pentru a le supune unor procesări mai laborioase decât restul unităţilor. Plusul de activare poate veni din partea unor factori motivaţionali, afectivi, a intenţiilor noastre sau datorită unor caracteristici specifice ale stimulului (ex.: intensitatea, impredictibilitatea etc.).

Am glosat până acum pe seama unui exemplu. Să vedem în ce măsură teoria dezvoltată aici concordă cu datele experimentale. Dacă atenţia este o mulţime

variabilă de unităţi cognitive din memoria de lucru, atunci cel puţin două predicţii pe care le putem face pe baza acestei teorii trebuie să fie adevărate.

(1) Fiind vorba, atât în cazul atenţiei, cât şi al memoriei de lucru, de unităţi cognitive (= informaţii + mecanisme de procesare) aflate într-o stare de activare similară, atunci fenomene constatate în cazul atenţiei vor fi identificate şi în cazul memoriei de lucru;

(2) Dacă există şi alte unităţi cognitive în stare de activare în afară de cele aflate sub focalizarea atenţiei, deci care aparţin memoriei de lucru, dar nu şi atenţiei, atunci efectul lor va putea fi înregistrat.

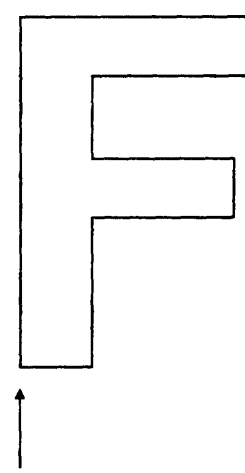
6.3.1. Similaritatea comportamentelor unităţilor din „câmpul" atenţiei şi din memoria de lucru

Unul dintre fenomenele cele mai cunoscute legate de funcţionarea atenţiei este cel al interferenţei: cu cât două sarcini pe care dorim să le realizăm - deci aflate în focalizarea atenţiei - sunt mai similare sub aspectul intrărilor, al tipului de procesare reclamat şi al răspunsului sau al outputurilor reclamate, cu atât mai intensă este perturbarea lor reciprocă (3.3.4). Luând un caz particular, în cazul procesării simultane a unor mesaje din aceeaşi modalitate senzorială (ex.: ambele vizuale sau ambele auditive) acestea interferează mai puternic decât două mesaje din modalităţi senzoriale diferite. Teoria „filtrelor" a făcut din datele experimentale referitoare la interferenţă piatra unghiulară de validare a modelelor aferente (3.3.1-3.3.4).

Acelaşi fenomen de interferenţă se poate constata şi în cazul memoriei de lucru. Reamintim aici modul în care am explicat efectul sau eroarea succesiunii temporale (6.2.2). Metodologia generală a unor experimente care să pună în evidenţă interferenţa unităţilor cognitive din ML în acelaşi mod în care interferează unităţile din „câmpul" atenţiei este destul de simplă. Două unităţi cognitive aflate în ML (informaţii + mecanisme de procesare), de tipuri diferite, sunt asociate cu două tipuri de răspuns. Răspunsurile pot să implice aceleaşi mecanisme ca şi realizarea sarcinii sau mecanisme diferite. Dacă unităţile cognitive din ML interferează, atunci rapiditatea răspunsului va fi mai mare în al doilea caz.

Ca exemplificare, invocăm un experiment efectuat de Brooks (1968). Subiecţii din lotul experimental au primit două tipuri de sarcini: o sarcină spaţială şi una verbală. În cazul sarcinii spaţiale, subiecţii trebuiau să-şi imagineze că parcurg mental contururile care circumscriu o literă, F, prezentată anterior pe un display şi existentă, în momentul realizării sarcinii, în ML (vezi figura 6.8).

Fig. 6.8. *Stimulul utilizat de Brooks* (1968)



De fiecare dată când subiectul, scanând imaginea mintală a literei din memoria de lucru, atingea o extremitate, trebuia să răspundă prin „DA"; când atingea un colţ care nu era la limita externă, trebuia să răspundă „NU". De pildă, dacă subiectul îşi începe traseul din colţul din stânga jos (indicat de săgeată), răspunsurile lui vor fi: da, da, da, da, nu, nu, nu, nu, nu, da.

În cazul sarcinii verbale, subiectul trebuie să inspecteze mintal o propoziţie pe care, de asemenea, o avea în memoria de lucru şi să răspundă prin „DA" dacă cuvântul inspectat la un moment dat este un substantiv, şi prin „NU" în orice alt caz. În cazul rezolvării ambelor sarcini, o parte din subiecţi îşi expuneau răspunsul într-o formă verbală (spuneau cu voce tare da sau nu), iar o altă parte şi-l exprimau non-verbal, spaţial, indicând unul dintre răspunsurile „DA" sau „NU" scrise pe o foaie de hârtie.

Deci, atât sarcinile, cât şi răspunsurile se aflau în memoria de lucru. Ceea ce ne interesează este dacă interferenţa dintre o sarcină şi un răspuns din acelaşi tip (ambele verbale sau ambele spaţiale) este mai mare decât interferenţa dintre o sarcină şi un răspuns de tipuri diferite (ex.: sarcina verbală în răspunsul spaţial; sarcina spaţială, iar răspunsul verbal). Dacă este aşa, atunci interferenţa funcţionează după aceleaşi mecanisme în ML ca şi în cazul atenţiei, ceea ce arată că nu există diferenţe între natura unităţilor cognitive aflate în ML şi cele implicate în procesualitatea atenţiei. Într-adevăr, rezultatele experimentale au confirmat predicţia: pentru oricare dintre sarcini, performanţele subiecţilor erau mai bune dacă sarcina şi răspunsul făceau parte din două categorii diferite (ex.: performanţa - operaţionalizată prin TR şi numărul de erori - era mai bună când la sarcina spaţială răspunsul era verbal, decât dacă exprimarea răspunsului se făcea tot prin mijloace spaţiale). În concluzie, acest gen de experimente arată că unul dintre fenomenele binecunoscute din psihologia atenţiei - interferenţa - are loc şi în cazul memoriei de lucru, ceea ce pledează în favoarea ideii că, în ambele cazuri, avem de-a face cu o mulţime de unităţi cognitive activate din MLD.

6.3.2. Impactul unităţilor cognitive din ML asupra atenţiei

Experimentul prezentat anterior probează similaritatea unităţilor cognitive implicate în atenţie şi în memoria de lucru. Ambele se dovedesc a fi stări temporare de activare a informaţiei. Pentru a dovedi că atenţia este o submulţime a memoriei de lucru, trebuie să arătăm că există unităţi în memoria de lucru care *nu* aparţin atenţiei. Dacă ele există, atunci impactul lor trebuie să fie, printr-o metodă adecvată, posibil de înregistrat. Procedăm ca în fizica nucleară: dacă o microparticulă există, atunci efectul ei trebuie să fie sesizat undeva. Dacă nu are nici un efect, nu putem postula existenţa ei.

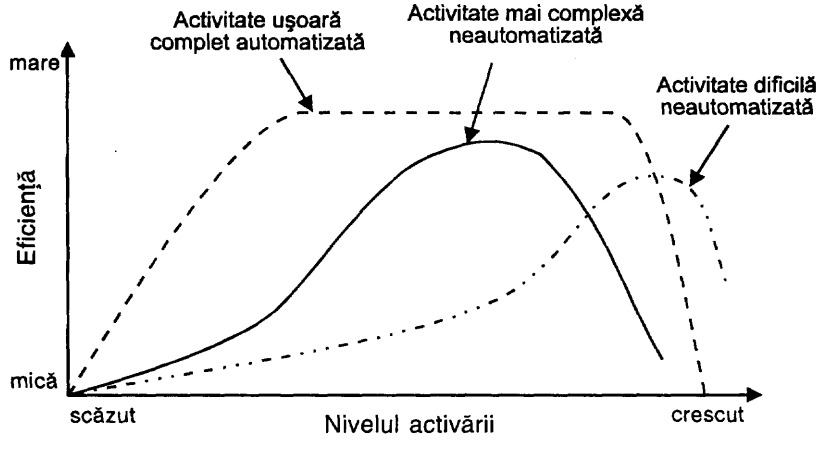
Un experiment ilustrativ este cel realizat de Mac Kay (1973) (3.5.2-3.5.3). La una dintre urechi, asupra căreia trebuie să-şi concentreze atenţia, subiectul primeşte un mesaj ambiguu. Concomitent, la urechea nedominantă - pentru care subiectul era

sfătuit să ignore orice mesaj - primeşte două mesaje, capabile să clarifice, în două feluri diferite, mesajul ambiguu respectiv. Aceste mesaje, fiind ignorate, au o stare de activare mai ridicată decât restul informaţiilor din MLD, dar mai scăzută decât a celor din câmpul atenţiei. Altfel spus, ele sunt în ML, nu şi în focarul atenţiei. ML are o extensiune mai mare decât câmpul atenţiei. Dacă este aşa, atunci impactul lor trebuie să se facă simţit asupra semnificaţiei pe care subiecţii o acordă mesajelor ambigue. Într-adevăr, acest lucru a fost constatat experimental.

6.3.3. Interpretarea legii Yerkes-Dodson

Modelarea mecanismelor cognitive implicate în realizarea atenţiei şi memoriei de lucru ne permite să înţelegem anumite fenomene macropsihice, rămase până acum fără explicaţie. Legea Yerkes-Dodson este un exemplu în acest sens.

Fig. 6.9. *Legea Yerkes-Dodson*



Legea Yerkes-Dodson exprimă relaţia dintre nivelul de performanţă şi cel de activare neuropsihică generală, în funcţie de tipul sarcinii. După cum se poate vedea în figura 6.9, pentru sarcinile uşoare, nivelul de performanţă creşte liniar până la un anumit prag, o dată cu creşterea nivelului general de activare. În schimb, pentru sarcinile complexe, variaţia nu este liniară; până la un punct, denumit *optim motivaţional*, performanţa creşte o dată cu intensificarea *arousal*-ului. După momentul de optim motivaţional, sporirea *arousal*-ului duce la aplatizarea, apoi la deteriorarea performanţelor. Pe baza modelului actual al memoriei de lucru şi atenţiei, suntem în măsură să explicăm şi de ce apare un astfel de efect.

În cazul în care subiectul este solicitat să rezolve sarcini simple (ex.: sarcini aritmetice cu numere mici), cantitatea de informaţie şi varietatea mecanismelor de procesare la care face apel sunt reduse. De pildă, pentru a aduna 300 + 528, vom

activa cunoştinţe despre cele două numere şi algoritmul pe baza căruia efectuăm adunarea. Cu cât suntem mai motivaţi, sporim valoarea de activare a unităţilor cognitive în cauză. Pe planul experienţei subiective avem impresia că suntem mai atenţi şi facem un efort mai intens. Sporirea activării antrenează automat sporirea performanţelor la acest tip de solicitări. Situaţia este dificilă în cazul sarcinilor complexe. Rezolvarea unei sarcini complexe (ex. : redactarea unei lucrări ştiinţifice, rezolvarea unor probleme de geometrie, traducerea unui poem dintr-o limbă străină etc.) necesită luarea în considerare a unei mulţimi considerabile de cunoştinţe şi de mecanisme de procesare a lor. Sarcinile complexe solicită la maximum capacitatea memoriei de lucru.

Până la un anumit nivel, cu cât motivaţia noastră este mai ridicată, cu atât mai multe cunoştinţe activăm în memoria de lucru, le grupăm în vederea utilizării lor în procesul rezolutiv, sporim viteza de execuţie a unor procesări cognitive etc. Dacă activarea continuă să crească unităţile activate, prin inhibiţie laterală vor reduce valoarea de activare a unităţilor adiacente. Accesibilitatea acestor unităţi va fi tot mai dificilă ; rezolvarea efectivă a sarcinii reclamând unităţile subactivate, o dată cu sporirea activării, tot mai puţine cunoştinţe din memoria de lucru devin disponibile şi performanţa scade. Supraactivarea unor unităţi cognitive (ceea ce pe plan subiectiv înseamnă concentrarea excesivă a atenţiei pe anumite elemente ale problemei) antrenează subactivarea altor unităţi, deci reducerea capacităţii memoriei de lucru (ceea ce în planul experienţei fenomenale înseamnă că ai pierdut din vedere ceea ce voiai să spui). De exemplu, dacă în momentul în care citiţi această frază căutaţi să vă concentraţi asupra fiecărui detaliu al ei, considerând că e atât de importantă încât trebuie să reţineţi exact topica, tipul caracterelor, lexicul şi semnele de punctuaţie folosite, fraza se goleşte de conţinut. Supraactivarea pe care v-aţi indus-o a generat, prin mecanismul inhibiţiei laterale, subactivarea altor informaţii din memoria de lucru (ex. : informaţii despre ce am spus cu o frază mai sus), care reduce considerabil înţelegerea textului parcurs.

În rezumat, fenomenele descrise de legea Yerkes-Dodson sunt emergenţe ale relaţiilor dintre memoria de lucru şi atenţie în condiţiile rezolvării de probleme, adică dintre diverse valori de activare ale unităţilor cognitive. Pe parcursul acestei lucrări am mai avut prilejul să oferim explicaţii unor efecte anterior cunoscute, dar nesatisfăcător explicate. Pare tot mai evident că majoritatea efectelor macrocomportamentale sunt efectul sau emergenţa interacţiunii dintre sistemul cognitiv şi mediul său. Pe măsură ce progresează, psihologia cognitivă devine mai capabilă să explice regularităţile şi idiosincrasiile comportamentului uman. Să remarcăm, cu acest prilej, că într-un anumit sens, scopul psihologiei cognitive este diferit de cel al psihologiei tradiţionale. Aceasta din urmă căuta, după modelul fizicii, descoperirea unor *legităţi cât mai generale*, capabile să subsumeze o clasă cât mai variată de fenomene. Dimpotrivă, psihologia cognitivă vizează descoperirea unor *mecanisme cât mai specifice*, care, modelate şi simulate, să poată produce sau reproduce un anumit tip de comportament. Demersul tradiţional vizează generalitatea, legităţile generale ; demersul cognitiv – adâncimea, mecanismele implicate într-un comportament specific.

6.4. Memoria episodică şi memoria semantică

6.4.1. Principalele rezultate teoretico-experimentale

Disjuncţia dintre memoria episodică şi memoria semantică a fost propusă de E. Tulving (1983, 1984), iar ulterior a devenit un loc comun în psihologia cognitivă. *Memoria episodică* se referă la memoria evenimentelor autobiografice: când şi unde am trăit un anumit eveniment. De exemplu, amintiri despre ultimul revelion, prima zi de şcoală, ce am făcut ieri, cum ne-am petrecut vacanţa etc. intră în memoria episodică. Această memorie conţine o serie de informaţii asociate cu contexte spaţio-temporale precise. Ea este esenţială pentru formarea propriei noastre identităţi, a identităţii de sine. *Memoria semantică* (numită adesea conceptuală) se referă la cunoştinţele generale pe care le avem despre mediul în care trăim. De exemplu, ştim că Cluj-Napoca este un mare centru universitar, că formula chimică a apei este H_2O, că Shakespeare a scris *Hamlet*, că vinul este o băutură alcoolică etc. Cunoştinţele din memoria semantică nu sunt asociate (de regulă) cu un anumit context spaţio-temporal. Nu ştim unde şi când anume am auzit pentru prima dată formula chimică a apei, când şi unde am citit că autorul piesei *Hamlet* este Shakespeare etc. Majoritatea cunoştinţelor pe care le oferă manualele şi cursurile şcolare vizează memoria semantică sau conceptuală. În schimb, întâmplările pe care le-am trăit de-a lungul vieţii noastre formează conţinutul memoriei episodice.

Pentru a susţine această distincţie s-au invocat o serie de rezultate clinico-experimentale, cele mai multe de ordin neurofiziologic: comportamentul subiecţilor cu amnezie anterogradă, înregistrarea fluxului sangvin local, investigarea pacienţilor cu traumatisme cranio-cerebrale în zona lobilor frontali.

O constatare destul de frecventă în cazul pacienţilor cu amnezie anterogradă este aceea că, deşi nu-şi reamintesc nimic din propria lor biografie anterioară momentului în care a survenit amnezia, nivelul cunoştinţelor lor *conceptuale* dobândite anterior rămâne, practic, neafectat. De exemplu, pot să-şi reamintească semnificaţia unor cuvinte învăţate anterior, diverse formule matematice etc. Kalat (1988) citează cazul unui pacient cu amnezie anterogradă care, jucând golf, deşi uita după câteva secunde că a lovit mingea (= memorie episodică) şi căuta să reia lovitura, îşi reamintea perfect regulile jocului, greutatea specifică a mingii de golf, distanţele marcate de steguleţe etc., adică o serie de cunoştinţe factuale dobândite anterior (= memorie semantică).

Într-o investigaţie asupra distincţiei dintre memoria episodică şi memoria semantică la nivel cerebral, R. Wood (1980) recurge la tehnica înregistrării fluxului sangvin local. Un lot de subiecţi învaţă o listă de cuvinte. Ulterior, ei sunt supuşi unui test de recunoaştere. La apariţia unui cuvânt pe display, o parte a subiecţilor trebuiau să răspundă prin „DA" sau „NU", dacă cuvîntul respectiv a mai fost auzit vreodată în viaţa lor (sarcină de memorie episodică), iar celălalt grup de subiecţi

să răspundă dacă acesta a fost prezent pe lista memorată (sarcină de memorie semantică). Concomitent, se proceda la înregistrarea fluxului sangvin local. Se constată că ariile cerebrale implicate diferă în cele două situaţii. Metodologia acestui gen de cercetări a fost pusă sub semnul întrebării de către Stilling şi colab. (1987), dată fiind distincţia problematică dintre sarcina de memorie semantică şi cea de memorie episodică.

Cercetările din ultimii ani asupra bazei neurofiziologice pentru cele două tipuri de memorie au ajuns la concluzii mai puţin tranşante. Cel puţin deocamdată, se consideră că atât memoria episodică, cât şi cea semantică depind de structurile cerebrale deteriorate în cazul amneziei (adică hipocampusul şi zonele aferente), dar că, în plus, memoria episodică depinde de integritatea lobilor frontali (Squire şi colab., 1993).

Deteriorarea lobilor frontali este asociată foarte adesea cu pierderea informaţiilor despre momentul şi locul în care pacientul a învăţat o anumită informaţie pe care şi-o reaminteşte, totuşi, fără probleme.

Argumentele prezentate mai sus vizează nivelul implementaţional al unei teorii asupra memoriei episodice *versus* semantice. Reamintim, cu acest prilej, pericolul generalizărilor de la nivel neurofiziologic la nivel computaţional şi algoritmic. S-a susţinut că, din punct de vedere cognitiv, cele două sisteme mnezice diferă prin modul de organizare a informaţiei şi tipul de procesare. Cunoştinţele din memoria episodică ar fi organizate cronologic, pe când cele din memoria semantică ar fi grupate în scheme şi reţele semantice (despre care vom discuta ulterior, 7.2.4). Cunoştinţele din memoria episodică ar fi asociate cu reacţii emoţionale, putând fi chiar organizate în jurul unui „nod emoţional" (Bower, 1981), pe când cunoştinţele semantice ar fi neutre, lipsite de tonalitate afectivă. În plus, interferenţa ar fi mult mai puternică în cazul memoriei episodice decât în cazul memoriei semantice.

Cu toate acestea, toate datele invocate pot fi explicate printr-un model monist al memoriei. Fiecare din cele două categorii de cunoştinţe are câte ceva din cealaltă. Putem presupune, de pildă, că toate conţinuturile semantice au fost asociate cu un context spaţio-temporal în momentul învăţării lor şi încă un timp după aceea. De exemplu, la puţină vreme după învăţarea formulei $E = mc^2$, ne putem reaminti momentul şi locul în care am învăţat-o, ba chiar şi starea emoţională pe care am trăit-o în faţa acestei formule elegante şi simple, dar de importanţă covârşitoare pentru ştiinţa contemporană. Ulterior, această formulă a fost asociată tot mai frecvent cu alte tipuri de cunoştinţe, astfel încât reactualizarea contextului fizic şi subiectiv al momentului în care am învăţat-o devine tot mai greu de realizat. Similar, în cazul amneziei, informaţia semantică, procesată şi utilizată de mult mai multe ori decât cea legată de un anumit context spaţio-temporal, poate fi mai robustă, mai bine stocată în memorie şi, ca atare, mai puţin afectată decât cea episodică.

Judecate la rigoare, datele experimentale şi clinice de care dispunem în momentul de faţă nu ne pot oferi argumente suficiente pro sau contra disocierii memoriei episodice de cea semantică. Rămâne pe seama cercetărilor viitoare să stabilească validitatea acestei disjuncţii.

6.4.2. Aplicaţii şi implicaţii

Dincolo de interesul teoretic, cercetările asupra memoriei episodice prezintă o serie de aplicaţii practice. De exemplu, s-a ajuns la concluzia că formarea eului şi a identităţii de sine depinde, în mod esenţial, de memoria noastră biografică, îndeosebi de amintirea evenimentelor din primii 3-5 ani de viaţă (ex. : D. Stern, 1991, comunicare personală). În mod normal, părinţii sau fraţii mai mari ne relatează o mulţime de lucruri pe care le-am făcut în prima copilărie. Pe baza lor construim o „istorie de viaţă", o poveste despre propria noastră viaţă. Nu este importantă atât veridicitatea acestei istorii, cât, mai ales, coerenţa ei (Stern, 1991). Pe baza ei ne construim propria imagine de sine, propria identitate. La mulţi dintre copiii crescuţi în leagăne, iar apoi în casele de copii, memoria autobiografică este foarte săracă, ceea ce creează serioase probleme de identitate şi emoţionale la vârsta adolescenţei. Pentru a diminua riscul apariţiei unor astfel de probleme, s-a recurs la introducerea unor jurnale proprii pentru fiecare dintre copiii orfani sau adolescenţi, în care personalul calificat notează, din când în când, evenimente mai deosebite din viaţa copilului. Ulterior, ele vor constitui baza istoriei de viaţă şi a stabilirii propriei identităţi.

O altă aplicaţie interesantă a cercetărilor asupra memoriei episodice vizează *depoziţiile martorilor*. Informaţiile pe care martorii le oferă la tribunal sunt asociate cu un context spaţio-temporal determinat, reprezentând o întâmplare trăită şi, ca atare, aparţin memoriei episodice. Ascultând depoziţiile martorilor, pe care se bazează în cea mai mare parte decizia curţii de judecată, ne putem pune o serie de probleme de importanţă practică. Iată două dintre ele: (1) În ce măsură relatarea unui martor, presupus onest, este veridică, neinfluenţată de informaţii adiacente? (2) În ce măsură întrebările avocaţilor pot influenţa modul de activare a memoriei episodice şi, deci, de relatare a faptelor?

Experimentele prezentate mai jos schiţează răspunsul la problemele ridicate. Ele nu sunt exhaustive, dar sunt ilustrative şi sperăm să trezească interesul pentru astfel de cercetări. Loftus (1974) întreprinde un experiment menit să dovedească faptul că acurateţea depoziţiilor martorilor scade datorită interferenţei cu informaţii neadecvate, din alte surse, despre evenimentul relatat. Un grup de subiecţi vizionează un film. Ulterior, unii dintre ei (complici cu experimentatorul) discutau despre anumite aspecte din film care, de fapt, nu existau pe pelicula prezentată. Puşi să relateze ceea ce au vizionat, subiecţii din lotul experimental au depus mărturie despre o serie de fapte inexistente, dar prezente în conversaţiile complicilor.

Într-o altă manipulare experimentală, subiecţii investigaţi vizionează un scurt film despre un accident rutier. După diverse intervale de timp (ore, zile), o parte din subiecţi sunt solicitaţi să răspundă la următoarele întrebări:

(1) Vă reamintiţi cum anume prima maşină a *atins-o* pe cea de-a doua?

Cealaltă parte a subiecţilor erau întrebaţi astfel:

(2) Vă reamintiţi cum anume prima maşină a *izbit-o* pe cea de-a doua?

În ambele cazuri se cerea şi o relatare amănunţită a faptelor, după care subiecţii erau solicitaţi să estimeze *viteza* cu care s-a realizat impactul. Vădit influenţaţi de modul în care li s-a pus întrebarea anterioară, subiecţii din primul grup au oferit o estimare medie de aproximativ 35 mile/oră, pe când grupul al doilea, de 60 mile/oră. Mai mult, la o întrebare adiţională: „Aţi observat geamurile sparte ale maşinii lovite?" (care, de fapt, nu erau sparte), doar 19% din subiecţii cărora anterior li s-a pus întrebarea (1) au răspuns „DA", în schimb, toţi cei cărora li s-a pus întrebarea (2) au dat răspunsul afirmativ.

N-am avut intenţia prezentării unor date definitive, conclusive privitoare la memoria martorilor. Cred însă că iniţierea unor cercetări ample asupra acestor cazuri particulare ale memoriei episodice, pe lângă faptul că este de un real folos, poate duce la obţinerea unor rezultate relevante şi pentru cercetarea fundamentală. În orice caz, validitatea lor ecologică ar fi garantată.

6.5. Memoria de lungă durată (MLD)

Memoria de lungă durată (MLD) cuprinde toate cunoştinţele pe care le posedă sistemul cognitiv, dar la care accesul este selectiv. Am menţionat anterior că termenul de MLD nu desemnează un „loc" anume unde se stochează informaţia (ca mărfurile într-un depozit), ci o anumită stare de activare a cunoştinţelor de care dispunem. Aceste cunoştinţe nu sunt stocate undeva anume, ci sunt mai mult sau mai puţin activate. În comparaţie cu cunoştinţele din memoria de lucru, cele din MLD sunt mai puţin activate. E cazul să trecem în revistă câteva dintre dovezile experimentale care susţin o astfel de aserţiune.

Dacă unităţile cognitive din MLD au aceeaşi natură ca şi cele din ML, dar sunt într-un proces de subactivare, atunci pentru reactualizarea lor e necesar un timp mai îndelungat. E de presupus că TR creşte cu cât mai îndepărtat este momentul reactualizării de momentul prezenţei lor în memoria de lucru. Căutând să verifice acest lucru, J.R. Anderson (1973, 1985) a solicitat unui grup de subiecţi să înveţe perechi arbitrare de cuvinte şi cifre (ex.: „automobil – 12"; „portocală – 7"; „săpun – 9" etc.). În faza de testare a subiecţilor, le era prezentat un termen al perechii (ex.: „automobil"), iar ei trebuiau să-şi reamintească cifra corespunzătoare (ex.: „12"). Testarea se făcea la un interval de 2 secunde şi, respectiv, 48 de secunde de la faza de învăţare. După 2 secunde, procentul mediu al reproducerilor corecte este de 98%, cu un TR mediu de 1,31 secunde. După 48 de secunde, rata reproducerilor corecte abia atinge 36%, iar TR mediu este de 1,96 secunde. Diferenţele statistice semnificative dintre rata reproducerilor şi TR în cele două situaţii, sunt interpretate ca o dovadă a dezactivării treptate a cunoştinţelor aflate în ML (după 2 secunde) şi subactivate (în MLD – după 48 de secunde).

Sarcina pe care a utilizat-o J.R. Anderson are o vizibilă notă de artificialitate. În mediul în care trăim, foarte rar ni se întâmplă să fim solicitaţi la o astfel de sarcină

de memorie. Deşi stimulii cu care ne confruntăm sunt numeroşi, numărul lor este constant. Mediul nostru de viaţă nu se schimbă substanţial în fiecare zi. Pe parcursul unei vieţi, ne confruntăm cu aproximativ aceleaşi categorii de stimuli. Datorită acestui contact îndelungat, e de presupus ca restul lor de activare să fie mai mare decât în cazul unor perechi arbitrare, neuzuale, deci TR reclamat de reactualizarea lor va fi mai scurt decât cel stabilit de Anderson.

Un exemplu în acest sens ne este oferit de experimentul realizat de Loftus (1974). În prima parte a investigaţiei sale, Loftus solicită subiecţior să dea cât mai multe exemple de elemente dintr-o categorie binecunoscută lor, care să înceapă cu o anumită literă. De pildă, să dea exemple de fructe care încep cu litera „C" (cireaşă, caisă, corcoduşe, castană etc.). TR mediu pentru oferirea unui astfel de exemplu era de aproximativ 1,53 secunde. După o fază intermediară în care subiecţii efectuau alte sarcini, experimentatorul îi solicită să dea noi exemple din aceeaşi categorie menţionată anterior, dar să înceapă cu o altă literă. De pildă, fructe care încep cu „M" (măr, migdală etc.). Se scontează pe faptul că, fiind vorba de o categorie supraînvăţată, datorită experienţei cotidiene pe care o avem cu ea, toate exemplarele ei au un rest de activare mai ridicat (care a fost sporit de realizarea primei sarcini) şi, ca atare, TR va fi mai scurt. Într-adevăr, TR mediu este de 1,21 secunde. Ca atare, categoriile cotidiene sunt supraînvăţate; intrând în MLD, activarea lor scade, dar ele îşi menţin, totuşi, un rest de activare mai ridicat decât stimulii artificiali, creaţi pentru experimente de laborator. Există o mulţime de metode şi factori care concură la o mai bună retenţie a informaţiei în MLD. Se ştie, de pildă, că materialul concret se reţine mai bine decât cel abstract, cel cu sens – mai bine decât cel lipsit de semnificaţie, cel repetat – mai bine decât cel nerepetat etc. Ele confirmă, practic, concluziile pe care le-am putea trage pe baza observaţiilor cotidiene. Nu are rost să insistăm asupra lor din moment ce prezenţa lor sistematică poate fi găsită în mai toate manualele de psihologie. Mult mai interesante sunt acele rezultate obţinute de psihologii cognitivişti, mai puţin intuitive pentru simţul comun. Două dintre aceste rezultate vor fi prezentate mai jos: (1) relaţia dintre adâncimea procesării şi învăţarea intenţionată; (2) efectul spaţierii.

6.5.1. Adâncimea procesării şi intenţionalitatea învăţării

Noţiunea de adâncime a procesării a fost lansată de Craik şi Lockhart (1972). Ea exprimă ideea că procesarea unui stimul este cu atât mai adâncă, cu cât se trece de la caracteristicile sale fizice, spre cele conceptuale sau semantice. De exemplu, textul pe care îl citiţi în acest moment poate fi procesat: (a) sub aspectul caracteristicilor sale fizice (mărimea şi culoarea literelor, dispunerea lor pe pagină etc.); (b) sub aspectul caracteristicilor lingvistice (compunerea cuvintelor pentru a forma propoziţii, modul de compunere a propoziţiilor pentru a forma fraze etc.) sau (c) la nivel semantic (semnificaţia pe care o conţine). Cu cât este mai adâncă procesarea unui stimul, cu atât mai bine este reţinut în MLD. Acest lucru se poate dovedi

prin construcţia unor sarcini focalizate pe diverse caracteristici ale stimulului. De exemplu, oferind un stimul verbal, să zicem cuvântul „cofetărie", putem manipula adâncimea procesării manipulând tipul de sarcină la care solicităm subiecţii experimentali: a) o parte a lor vor fi solicitaţi să răspundă dacă în cuvântul respectiv e prezentă litera *f*; b) o altă parte vor trebui să răspundă dacă „cofetărie" rimează cu cuvântul „papetărie"; c) o a treia grupă va fi solicitată să răspundă dacă o cofetărie este un magazin. După cum se poate observa, în primul caz, pentru a răspunde, subiecţii trebuie să proceseze doar caracterele fizice ale stimulului (ei pot să realizeze sarcina chiar dacă nu cunosc caracterele latine). În a doua situaţie, realizarea sarcinii reclamă luarea în considerare a caracteristicilor fonologice ale stimulului, deci un nivel de procesare mai avansat, mai adânc. În fine, în a treia situaţie, fiind solicitaţi să stabilească apartenenţa unui exemplar la o clasă de obiecte, subiecţii vor efectua o procesare semantică sau conceptuală a stimulului. După prezentarea unei serii de astfel de stimuli, este testată memoria de lungă durată printr-un test de reproducere. În mod invariabil, se constată că o dată cu adâncimea procesării sporeşte acurateţea memoriei (ex.: Nelson şi McEnvoy, 1979, Baddeley, 1982). Cu cât mai intens prelucrăm un stimul, cu atât mai bine e păstrat în MLD. Iniţial, Craik şi Lockhart (1972) au propus existenţa a trei niveluri de procesare – perceptiv, verbal şi semantic. Este însă evident că numărul de niveluri de procesare este mult mai mare. Identificarea lor exactă este îngreunată datorită ambiguităţii noţiunilor de „nivel" sau „adâncime a procesării".

Rezultatele prezentate mai sus ar putea fi considerate ca fiind suficient de intuitive sau predictibile pe baza unor observaţii cotidiene sistematice. Dar povestea nu se opreşte aici. Utilizând noţiunea de adâncime a procesării, o serie de investigaţii au ajuns la concluzia că *adâncimea procesării este – în majoritatea cazurilor – mai importantă decât volumul procesărilor*. De exemplu, expunerea repetată a unui stimul produce efecte mai puţin notabile asupra performanţelor mnezice decât expunerea lui o singură dată, dar în condiţiile procesării lui semantice. De exemplu, prezentarea de 6-7 ori a cuvântului „cofetărie", inserat într-o serie de stimuli similari, duce la o rată de reproducere mai scăzută decât dacă, în faza de învăţare, subiecţii sunt solicitaţi să proceseze stimulii la nivel semantic.

Aşa se explică, de pildă, de ce în sesiunea de examene subiecţii care au citit de mai puţine ori, dar mai atent materia obţin de regulă rezultate mai bune decât cei care au repetat-o de mai multe ori, dar au procesat doar la nivel de suprafaţă. Acest lucru e vizibil mai ales în condiţiile unei dificultăţi sporite a subiectelor de examen.

O altă consecinţă interesantă a operaţionalizării experimentale a noţiunii de nivel de procesare vizează relaţia dintre adâncimea procesării şi intenţionalitatea învăţării sau memorării. După cum se ştie, noi putem memora o serie de informaţii fie în mod intenţionat, propunându-ne acest lucru, fie în mod întâmplător, neintenţionat. În primul caz avem de-a face cu o învăţare intenţionată, în cel de-al doilea – cu o învăţare accidentală sau întâmplătoare. O mare parte din cunoştinţele de care dispunem în MLD sunt rezultatul unor învăţări întâmplătoare. Sloganul obişnuit este că învăţarea intenţionată este mai eficientă decât învăţarea neintenţionată.

Manipularea experimentală atât a intenţionalităţii/neintenţionalităţii învăţării, cât ş a adâncimii de procesare a arătat că o prelucrare mai adâncă a stimulului dă rezultate mai bune decât învăţarea lui intenţionată. *Învăţarea intenţionată este superioară învăţării neintenţionate doar în măsura în care antrenează o procesare mai adâncă a stimulului.* O învăţare neintenţionată dar dublată de prelucrarea intensă a stimulului este mai eficientă decât o învăţare intenţionată asociată cu o procesare superficială.

Un experiment ilustrativ în acest sens a fost realizat de Hyde şi Jenkins (1973). Ei au oferit subiecţilor 24 de cuvinte cu o rată de prezentare de 3 secunde/cuvânt. Prima variabilă manipulată a vizat gradul de elaborare sau de adâncime a procesării. Un grup de subiecţi era solicitat să menţioneze, de fiecare dată, dacă cuvântul respectiv conţine litera *e* sau *g*. Al doilea grup trebuia să evalueze pe o scală fiecare cuvânt în funcţie de dispoziţia plăcută pe care i-o provoacă. S-a presupus că evaluarea caracterului plăcut/neplăcut al unui cuvânt reclamă un nivel mai adânc de procesare decât sarcina de identificare a prezenţei unei anumite litere.

A doua variabilă manipulată experimental a fost caracterul învăţării : intenţionat - accidental (neintenţionat). Fiecare dintre cele două grupuri a fost divizat în două subgrupuri : unui subgrup i s-a spus scopul real al experimetului, acela de a măsura performanţele mnezice, iar celălalt subgrup a fost lăsat să creadă că sarcina lor este doar de a face decizii lexicale sau evoluări ale dispoziţiei plăcute pe care o asociază cu un anumit cuvânt. Aşadar, în primul caz avem de-a face cu o învăţare intenţionată, în cel de-al doilea caz - cu o învăţare nonintenţionată. Rezultă un plan factorial 2×2, deci cu patru condiţii : procesare de adâncime şi învăţare intenţionată, procesare de adâncime şi învăţare noninteţionată, procesare de suprafaţă şi învăţare intenţionată, procesare de suprafaţă şi învăţare neintenţionată. În final, li s-a cerut subiecţilor să reproducă cât mai multe dintre cuvintele prezentate. Rezultatele obţinute sunt prezentate în tabelul 6.2.

Tabelul 6.2. *Procentajul de cuvinte reamintite în experimentul lui Hyde şi Jenkins* (1973)

ÎNVĂŢAREA	SARCINA	
	Procesare de adâncime	Procesare de suprafaţă
Intenţionată	68	39
Neintenţionată	69	43

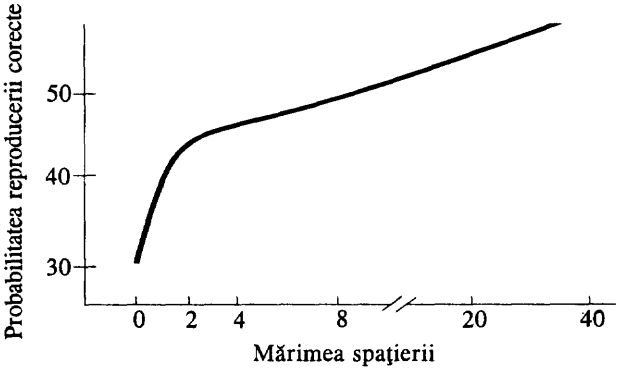
Inspectând tabelul, cel puţin două concluzii se pot extrage. Mai întâi, cunoaşterea scopului experimentului nu duce la o îmbunătăţire semnificativă a performanţelor. În al doilea rând, şi mult mai important, procesarea de adâncime şi neintenţionată produce performanţe mnezice semnificativ mai bune decât învăţarea intenţionată, dar de suprafaţă (69% *versus* 39%!!). Vom conchide, aşadar, că *adâncimea procesării este mai importantă decât intenţionalitatea învăţării. O motivaţie mai ridicată sau o învăţare intenţionată nu îmbunătăţeşte, prin ea însăşi, performanţele de reproducere, ci doar în măsura în care ea este asociată cu o prelucrare mai laborioasă a materialului de învăţat.*

Cu cât mai laborios este prelucrat un material, cu atât mai bine este el reamintit. Nu e neapărat necesar ca această prelucrare să vizeze sensul sau semnificaţia materialului de învăţat. De exemplu, împerecherea pe bază de rime a cuvintelor care trebuie memorate sau asocierea lor cu un ritm specific produce o performanţă mnezică mai bună decât memorarea fiecărui cuvânt în ordinea în care a fost prezentat (Nelson, 1979). Acest fapt se datorează unei prelucrări mai laborioase, dar aceasta nu e de ordin semantic.

6.5.2. Efectul spaţierii (interpunerii)

Efectul spaţierii itemilor care urmează a fi memoraţi susţine experimental modelarea memoriei ca o mulţime de unităţi cognitive aflate în diverse stadii de activare. El exprimă ideea că interpunerea unor itemi din alte categorii într-o serie de itemi ce urmează a fi memorată sporeşte performanţele mnezice. Fiecare item ce urmează a fi reprodus poate fi prezentat consecutiv, de mai multe ori, sau poate fi „spaţiat", între două prezentări ale aceluiaşi item fiind inseraţi itemi dintr-o altă categorie. Această spaţiere poate să cuprindă 1, 2 sau mai mulţi itemi. Se constată că rata reproducerilor creşte, cu cât intervalul dintre două spaţii ale aceluiaşi item creşte. Utilizând stimuli verbali, Madigan (1969) a efectuat o astfel de cercetare, ale cărei rezultate sunt prezentate grafic în figura 6.10.

Fig. 6.10. *Efectul spaţierii itemilor*; cifrele de pe abscisă arată câţi itemi se interpun între două apariţii ale aceluiaşi stimul.



Aşa cum se poate observa, probabilitatea reproducerii corecte a itemului de memorat creşte o dată cu mărirea intervalului dintre două apariţii ale sale. În termeni mai simpli, aceasta înseamnă că *repetiţiile la intervale mai mari de timp dau rezultate mai bune decât repetiţiile imediate, consecutive* (se presupune aceeaşi adâncime a procesării). Efectul constatat este în concordanţă cu ideea fiecărei cunoştinţe din memorie având un anumit nivel de activare şi cu inhibiţia laterală

dintre unităţile activate. Atunci când un item este prezentat succesiv, nespaţiat, prin inihibiţie laterală, valoarea sa de activare scade, deci reactualizarea sa din memorie este mai dificilă. Când itemul este prezentat de acelaşi număr de ori, dar spaţiat, intercalându-se itemi din altă categorie, inhibiţia laterală este mai redusă, valoarea de activare rămâne mai ridicată, deci reactualizarea e mai performantă. Despre modul de organizare a cunoştinţelor în memoria de lungă durată vom vorbi într-un întreg capitol (7).

6.6. Uitarea

E.F. Loftus şi G.R. Loftus (1980) au avut ideea unei anchete printre psihologii americani, întrebându-i dacă ei consideră că informaţia din MLD rămâne permanent în sistemul cognitiv. Aproape 84% dintre ei au dat un răspuns afirmativ. Un procentaj similar de non-psihologi au dat acelaşi răspuns. Printre argumentele invocate în susţinerea opiniei lor, psihologii menţionau, mai ales, fenomenele de hipermnezie constatate în transa hipnotică şi experienţele lui Penfield de stimulare electrică a neuronilor corticali. La o analiză mai atentă, ambele argumente au o validitate discutabilă. Este adevărat că sub inducţie hipnotică subiecţii sunt capabili să-şi reamintească amănunte incredibile, considerate de mult uitate, dar e la fel de adevărat că în aceste relatări, faptele reale şi cele fictive sunt prezente în egală măsură (vezi pentru detalii, Naish, 1986).

Într-un raport de cercetare faimos, Penfield şi Perot (1963) îşi publicau rezultatele lor asupra stimulării electrice a unor zone cerebrale. Utilizând metoda electrozilor implantaţi, cei doi cercetători au constatat că stimularea repetată a unor neuroni duce la reamintirea unor experienţe vizuale şi olfactive, pe care pacienţii în cauză le avuseseră în copilărie şi pe care le considerau iremediabil uitate. Aceste date au alimentat ideea că toate experienţele pe care le trăieşte subiectul uman rămân stocate definitiv în memorie. Practic, nu uităm nimic din ceea ce am trăit sau am învăţat vreodată. Din păcate, nu există nici o posibilitate de a verifica dacă relatările pacienţilor lui Penfield sunt reale sau sunt fanteziste. Amintirile pe care le aveau în urma stimulării electrice puteau fi false memorii, reprezentând experienţe pe care doar li se părea că le-au avut. E posibil ca stimularea electrică a unui grup de neuroni să-i facă pe subiecţi să-şi „rememoreze" o mulţime de evenimente care, de fapt, n-au avut loc decât în închipuirea lor.

În această parte a lucrării noastre vom aborda problema uitării: oare uităm informaţiile memorate sau ele rămân permanent în memorie? Înainte de a proceda la analiza datelor experimentale care favorizează un răspuns sau altul la această întrebare, vor fi specificate câteva caracteristici esenţiale ale procesului de reactualizare sau reamintire.

6.6.1. Reactualizarea cunoştinţelor

Eficienţa memorării este judecată în funcţie de eficacitatea reactualizării. O carenţă a reactualizării este în mod automat judecată ca o deficienţă a memoriei. Dacă nu ne mai reamintim la şcoală poezia învăţată cu o zi în urmă înseamnă că „n-avem memorie bună". Dacă nu reactualizăm decât o mică parte dintre itemii de la testul de memorie Rey înseamnă că memoria noastră este deficitară. În fine, dacă am uitat că aveam o întâlnire, memoria e de vină.

Cele mai cunoscute forme de reactualizare, adesea menţionate ca fiind singurele, sunt *reproducerea* şi *recunoaşterea*. Practic, toate rezultatele experimentale pe care le-am prezentat până acum se bazează pe probe de recunoaştere sau reproducere. Similar, majoritatea testelor de memorie sunt construite pe aceste două tipuri de sarcini.

Eşecul *reactualizării* informaţiei memorate nu dovedeşte însă nimic despre deficienţa *stocării* cunoştinţelor memoriei. Mai întâi, pentru că reproducerea şi recunoaşterea nu sunt singurele modalităţi de reactualizare a informaţiei şi, probabil, nici măcar cele mai importante (6.7). În al doilea rând, pentru că procesul de reactualizare este dependent de o serie de factori care fac ca performanţele de reactualizare să fie extrem de fluctuante, deci nepotrivite pentru a trage concluzii ferme asupra capacităţii memoriei în general. Eficienţa reactualizării creşte dacă: a) contextul reactualizării are cât mai multe proprietăţi similare celor prezente în contextul memorării; b) contextul reactualizării are cât mai puţine asemănări cu alţi stimuli decât cei care trebuie reamintiţi. Vom ilustra importanţa similarităţii contextelor de reactualizare/memorare, prin două cazuri tipice.

6.6.1.1. Reactualizarea şi similaritatea contextului fizic

Smith şi colab. (1988) au cerut subiecţilor din grupul experimental să memoreze în ordine o listă de cuvinte într-unul dintre laboratoarele universităţii. După patru zile, a urmat testul de reproducere în două medii diferite: o parte a subiecţilor au reprodus lista în acelaşi laborator, iar cealaltă parte au susţinut testul de reproducere într-un laborator cu totul diferit. S-a înregistrat o rată a reproducerilor corecte de 59% pentru primul lot de subiecţi şi de 46% pentru cel de-al doilea. Aşadar, performanţele la testul de reproducere au favorizat pe cei la care contextul reproducerii era similar cu contextul învăţării. Rezultate similare s-au obţinut prin manipularea altor tipuri de medii fizice. De pildă, Godden şi Baddeley (1975) solicită o echipă de scafandri să memoreze o listă de cuvinte în două medii: la 120 m sub apă şi pe uscat. Ulterior, ambele liste trebuiau reproduse în ambele medii. Rezultatele obţinute au confirmat importanţa similarităţii mediului fizic: rata reproducerilor corecte pentru itemii învăţaţi pe uscat a fost mai mare dacă reproducerea se realiza tot pe uscat; similar, în cazul itemilor memoraţi subacvatic. Menţionăm că, în general, diferenţele de reactualizare în funcţie de similaritatea contextului fizic nu sunt mari, dar ele sunt semnificative statistic şi apar în mod constant în toate experimentele care au avut

intenţia să reproducă acest efect. Or, conform rigorilor metodologiei contemporane, o valoare cu semnificaţie statistică redusă, dar care apare în mod constant în diverse reproduceri ale aceluiaşi experiment constituie o regularitate ştiinţifică indubitabilă (Radu şi colab., 1993, Al. Roşca - comunicare personală).

6.6.1.2. Reactualizarea şi similaritatea „contextului neuropsihic"

Performanţele de reactualizare (reproducere şi/sau recunoaştere) sunt semnificativ mai ridicate dacă starea neuropsihică din momentul învăţării este congruentă cu cea din momentul reactualizării sau ecforării. De pildă, itemii învăţaţi în condiţiile în care subiecţii fumau marijuana au fost reamintiţi mai bine dacă, în momentul reproducerii, subiecţii se aflau iarăşi sub influenţa drogului, decât dacă erau într-o stare de conştiinţă normală (Anderson, 1985). Materialul învăţat într-o anumită dispoziţie afectivă poate fi reamintit mai acurat atunci când subiecţii se află într-o dispoziţie afectivă similară (Bower, 1981). De pildă, pacienţii maniaco-depresivi îşi reamintesc mai bine conţinuturile învăţate în faza maniacală, când reproducerea se realizează tot pe un fond maniacal; materialul învăţat în faza depresivă e reprodus mult mai corect la revenirea stării depresive. În mod analog, itemii învăţaţi pe fondul consumului de alcool sunt reamintiţi mai corect într-o stare bahică ulterioară, decât în stare de trezie (Eich, 1985)[3].

Dependenţa performanţelor mnezice a fost confirmată şi în cazul studierii subiecţilor infraumani. Kalat (1988) a învăţat un lot de şoareci aflaţi sub narcoză să parcurgă un labirint. După eliminarea efectului narcoticului au fost înregistrate performanţele lor în parcurgerea labirintului respectiv. Ulterior, fără nici un antrenament prealabil, li s-a injectat iarăşi doza iniţială de narcotic şi au reluat sarcina de parcurgere a labirintului. Performanţele lor s-au dovedit net superioare în acest din urmă caz.

*

Am trecut în revistă toate aceste rezultate experimentale pentru că ele trebuie să ne dea serios de gândit atunci când facem conjecturi de la performanţa reactualizării la calitatea memoriei. În condiţiile în care contextul fizic şi neuropsihic al reactualizării este congruent cu cel al învăţării, performanţele sunt ridicate. Din această cauză, de pildă, performanţele de recunoaştere sunt în mod constant mai bune decât la testul de reproducere. Cred că tot pe această bază pot fi explicate o mare parte din fenomenele de hipermnezie care apar sub transă hipnotică. Inducţia hipnotică nu duce prin ea însăşi la hipermnezie, ci indirect, prin favorizarea unei stări psiho-neurologice similare cu cea în care a avut loc învăţarea.

3. Probabil, unii îşi mai amintesc filmul lui Charlie Chaplin, *Luminile oraşului*. În film, Chaplin salvează de la înec un bancher beat, care voia să se sinucidă. Întreg comicul rezidă din faptul că acesta îşi aminteşte de binefăcătorul său în stare de beţie, dar îl respinge total când e treaz.

Cu cât scade similaritatea dintre contextul învăţării şi cel al reactualizării, cu atât mai scăzute sunt performanţele mnezice. Aceasta nu înseamnă însă că memoria este deficitară; contextul reactualizării nu a fost cel mai potrivit sau sarcina de reactualizare nu a fost cea mai adecvată (6.7). A doua condiţie a eficacităţii reactualizării viza disimilaritatea dintre contextul reactualizării şi alţi itemi decât cei care trebuie actualizaţi. Ea se poate ilustra îndeosebi pentru cazul recunoaşterii. Într-o sarcină de recunoaştere, itemii nefamiliari sunt mai uşor de recunoscut decât itemii familiari, dată fiind asemănarea acestora din urmă cu alţi itemi din mediu, care nu au un rest de activare mai ridicat şi pot perturba astfel recunoaşterea (Barsalou, 1992).

6.6.2. Oare uităm?[4]

Am arătat anterior cât de variabile sunt performanţele de reactualizare şi că un eşec al reactualizării nu înseamnă o deficienţă a memoriei. Pur şi simplu nu am folosit o modalitate adecvată de reactualizare. Oare nu cumva am putea explica uitarea în mod exhaustiv, ca o deficienţă exclusivă a reactualizării, nu ca un declin general al memoriei?

Există, totuşi, informaţii pe care nu ni le aducem aminte, oricâte eforturi am face, oricâte metode am încerca într-un timp fizic acceptabil. De exemplu, ce am făcut în urmă cu trei ani, cinci zile şi două ore? Nu cumva informaţiile noastre despre acel moment s-au pierdut definitiv, au dispărut din sistemul nostru cognitiv? O serie de investigaţii efectuate de T.O. Nelson (1971, 1977, 1978) ne îndeamnă să fim prudenţi înainte de a răspunde afirmativ la astfel de întrebări. Într-unul din experimentele sale, Nelson şi colab. (1978) solicită unui lot de subiecţi să înveţe perechi de cuvinte şi cifre, asemănător probei administrate de Anderson (1983). După un interval variabil, de la 48 de ore la două săptămâni, subiecţii sunt solicitaţi să reproducă perechile învăţate. Ei reproduc, în medie, doar 75% dintre ele. Înseamnă oare că cele 25% sunt uitate? Pentru a oferi un răspuns la această întrebare, Nelson operează asupra perechilor uitate în felul următor: o parte rămân neschimbate, iar o altă parte suferă unele modificări, în sensul că cifra asociată cuvântului se schimbă. De exemplu, anterior era perechea „cafea - 11", acum ea devine „cafea - 32". După o nouă fază de învăţare, atât a perechilor modificate, cât şi a celor nemodificate, se probează la a doua testare a performanţelor de reproducere. Dacă perechile nereproduse anterior ar fi fost complet eludate din memorie, atunci performanţele din a doua fază la perechile modificate şi cele nemodificate ar fi fost identice. Rezultatele sunt însă cu totul altele: perechile nemodificate sunt reamintite în proporţie de 75%, cele modificate - în proporţie de 43%. Pe baza acestor rezultate, conchidem că informaţiile care anterior n-au fost reamintite nu s-au pierdut, practic, din memorie, ci au fost subactivate. A doua fază de învăţare

4. Ne punem această problemă pentru subiectul normal, excluzând cazurile patologice de sindrom Korsacoff sau Alzheimer.

le-a ridicat acest rest de activare, astfel încât le-a făcut accesibile conştiinţei şi, deci, reproductibile. Experimentele de recunoaştere au dat rezultate similare. Itemii care n-au fost recunoscuţi în prima etapă au fost amestecaţi cu noi itemi, după care a urmat o nouă fază de recunoaştere. Rata de recunoaştere a stimulilor mai vechi a fost net superioară comparativ cu rata recunoaşterii noilor stimuli.

Despre prodigiozitatea memoriei umane se găsesc referinţe în multe alte cercetări experimentale. De pildă, Shepard (1967) efectuează o investigaţie în cadrul căreia subiecţii vizionează timp de câteva secunde sute de fotografii. Testaţi scurt timp după aceea, ei au recunoscut aproape toate imaginile prezentate. Mai mult, chiar după câteva săptămâni subiecţii din lotul experimental recunoşteau o mare parte dintre fotografii. O serie întreagă de date de natură anecdotică susţin ideea permanenţei memoriei de lungă durată. După cincizeci de ani de la terminarea şcolii, multe persoane îşi aduc aminte cuvinte dintr-o limbă străină pe care o învăţaseră în şcoală, dar pe care n-au mai practicat-o ulterior (Barsalou, 1992).

Dacă cunoştinţele învăţate rămân permanent în memorie, de ce, totuşi, nu ni le reamintim? Lăsând la o parte caracteristicile procesului de reactualizare discutate anterior, ce se întâmplă cu cunoştinţele noastre între momentul învăţării şi cel al actualizării? Care sunt fenomenele care au loc în acest interval de timp şi îngreunează reamintirea? Am putea răspunde printr-o simplă propoziţie: se subactivează. Dar un astfel de răspuns nu rezolvă problema de fond. De ce anume se subactivează? Cum acţionează subactivarea?

Pentru a oferi un răspuns exhaustiv măcar la una dintre aceste întrebări, ar trebui să scriem încă o carte, mai voluminoasă ca aceasta. Conştienţi de propriile limite, ne propunem doar să trecem în revistă câteva dintre mecanismele implicate în deteriorarea nivelului de activare a cunoştinţelor. Reamintim că nivelul de procesare a informaţiei, gradul de elaborare a informaţiei stocate au implicaţii majore, pe care nu le mai reluăm aici (6.5.1).

6.6.2.1. Interferenţa

Interferenţa este un fenomen cunoscut de multă vreme, dar mecanismul ei continuă să fie incomplet explicat. În esenţă, ea vizează influenţa pe care cunoştinţele învăţate o au unele asupra altora. În cazul în care cunoştinţele anterior învăţate reduc rata de reactualizare a cunoştinţelor dobândite ulterior, avem de-a face cu *interferenţa proactivă*. Aceeaşi influenţă exercitată însă de ultimele cunoştinţe asupra celor anterioare poartă numele de *interferenţă retroactivă*. Subliniem că aceste noţiuni doar *descriu*, dar nu explică mecanismul responsabil de producerea fenomenului. Unul dintre candidaţii la o explicaţie posibilă este mecanismul inhibiţiei laterale. El are nu numai plauzibilitatea neuronală, dar este în acord cu o serie de date experimentale asupra interferenţei. De pildă, se constată că interferenţa dintre două categorii diferite de cunoştinţe (de pildă, numere şi cuvinte) este mai mică decât în cazul în care cunoştinţele memorate succesiv fac parte din aceeaşi categorie. Or, inhibiţia laterală este mai redusă în primul caz decât în al doilea. Ca să luăm în discuţie doar încă un exemplu, să ne reamintim de efectul spaţierii (6.5.2).

Spaţierea (interpolarea unor itemi diferiţi între două prezentări ale aceluiaşi item) îmbunătăţeşte performanţele mnezice. Deci, şi în acest caz, putem spune că inhibiţia laterală este mai redusă. Oricum, pare cel puţin posibil să vedem în interferenţă o emergenţă comportamentală a mecanismului de inhibiţie laterală a unităţilor cognitive. Mai credem că inhibiţia laterală nu acţionează numai între cunoştinţele din MLD, ci şi în cadrul memoriei de lucru. Ca atare, interferenţa este un fenomen comun celor două tipuri ale memoriei, nu aşa cum se susţine adesea, un fenomen specific al MLD.

6.6.2.2. Efectul FAN

Efectul FAN (= *facts added to nodes*) a fost pus în evidenţă de J.R. Anderson (1973, 1976). Înţelegerea lui completă presupune o serie de informaţii despre reprezentarea cunoştinţelor (7.2). Deocamdată, e suficient să ştim că, la nivel comportamental, el se manifestă prin încetinirea ritmului reactualizării în funcţie de sporirea informaţiilor pe care le avem despre un anumit obiect. De exemplu, în faza de învăţare, subiectul poate să memoreze o mulţime de informaţii despre un individ „Ion" (ex. : „Ion locuieşte la Cluj", „Ion are automobil", „Lui Ion îi place pălinca", „Ion e cumnat cu Maria", „Ana e soţia lui Ion" etc.). Cu cât avem mai multe cunoştinţe despre Ion, cu atât ne este mai greu să ne reamintim cu exactitate o anumită informaţie despre acesta. (După câteva minute încercaţi să răspundeţi dacă Maria sau Ana este soţia lui Ion.)

Efectul FAN se realizează subconştient; el nu este în intenţia subiectului. Anderson şi Bower (1973) explică acest fenomen recurgând la mecanismele de propagare a activării. Când solicităm o informaţie despre un obiect, reprezentarea cognitivă a obiectului respectiv este activată din MLD. Dacă cunoaştem un singur fapt despre obiectul respectiv, propagarea activării este rapidă şi răspunsul este aproape instantaneu. Dacă ştim două lucruri despre acelaşi obiect, aceeaşi activare trebuie să se propage în două direcţii, deci plusul de activare primit de aceste unităţi va fi mai mic, iar propagarea mai lentă ş.a.m.d. Cu cât creşte numărul de cunoştinţe sau fapte pe care le cunoaştem despre un individ, cu atât mai lentă este reactualizarea unei informaţii specifice. Silit să răspundă în limită de timp, subiectul va conchide că a uitat (a pierdut din memorie) informaţia respectivă.

6.6.2.3. Mecanismele de apărare ale eului

Noţiunea de mecanism de apărare a fost lansată în psihologie de Freud şi consacrată de fiica sa, A. Freud, într-o carte celebră, *Mecanismele de apărare ale eului* (1937). Într-o definiţie simplificată, mecanismele de apărare sunt procedurile utilizate de ego, confruntat cu pulsiunile libidinale ale id-ului, de reprimare a informaţiilor care l-ar putea pune în pericol. Unul dintre aceste mecanisme este represia. El constă în blocarea accesului în conştiinţă a informaţiilor despre fantasmele sau dorinţele sexuale ale subiectului. *Amnezia infantilă* (= absenţa amintirilor din primii ani de viaţă) este explicată de psihanalişti tocmai prin conţinutul libidinal, care a fost

exclus din câmpul conştiinţei. Esenţa terapiei psihanalitice constă tocmai în a elibera conţinutul reprimat („acolo unde a fost id trebuie pus ego"). Deşi se conturează o explicaţie cognitivistă riguroasă a acestor mecanisme defensive, care ridiculizează toată terminologia psihanalitică excesiv de mitologizantă, analiza acestora este extrem de productivă. Ea ne atrage atenţia asupra unor procesări inconştiente ale informaţiei neglijate de cognitivişti, cu semnificaţii deosebite pentru arhitectura sistemului cognitiv în general, pentru organizarea cunoştinţelor în memorie, în special.

*

Rezumând ceea ce am spus până acum despre uitare, să remarcăm că suntem în faţa unui fapt de experienţă şi a două explicaţii posibile. E un fapt cert că nu ne putem reaminti în orice moment orice cunoştinţă învăţată anterior. Prima explicaţie e că anumite cunoştinţe (ex.: cele cu valoare adaptativă scăzută) se deteriorează şi dispar din memorie. A doua explicaţie - în contul căreia am oferit o serie de date experimentale - consideră că nimic din ceea ce am învăţat nu se şterge din memorie. Anumite evenimente nu pot fi reproduse sau recunoscute din cauza deficienţelor mecanismelor de reactualizare, nu din cauza unei deficienţe a memoriei în general. Deşi am favorizat cea de-a doua explicaţie, la rigoare pe baza datelor experimentale disponibile nu putem tranşa definitiv în favoarea nici uneia dintre explicaţiile concurente. Am putea spune că ambele sunt parţial adevărate. Acesta ar fi însă un truc dialectic comod, cu consecinţe negative pentru cercetare. Preferăm mai degrabă să căutăm răspunsul analizând un tip de memorie care se bucură de tot mai mare interes din partea cercetătorilor în ultimii ani: *memoria implicită*.

6.7. Memoria explicită *vs* memoria implicită

O tradiţie de cercetare are incontestabile efecte pozitive: ea elimină idiosincrasiile inutile în căutarea problemelor şi a metodelor de cercetare, educă noi cercetători în spiritul unei paradigme care a dus la succes, evaluează riguros noile prestaţii ştiinţifice etc. În acelaşi timp însă, o tradiţie sau paradigmă de cercetare poate avea o mulţime de aspecte indezirabile: ea procedează la neglijarea sistematică a unor fenomene semnificative pentru domeniul studiat, obturează înnoirea problematică şi metodologică a comunităţii ştiinţifice, primeşte cu reticenţă descoperirea etc. (vezi pentru detalii Th. Kuhn, 1976).

Aceste consideraţii, valabile pentru orice tradiţie de cercetare, sunt aplicabile şi în cazul cercetărilor asupra memoriei. În mod tradiţional, de la Ebinghaus încoace, majoritatea itemilor care intrau în probele de memorie erau de natură verbală sau imagistică (silabe fără sens, litere, fraze, fotografii etc.). Numărul investigaţiilor asupra memoriei mişcărilor motorii sau deprinderilor în general, asupra itemilor non- verbali şi non- imagistici era, până în ultimii câţiva ani, nesemnificativ şi, oricum, în afara paradigmei dominante de cercetare. Inclusiv testele de memorie (ex.: testul Rey) evaluează doar memoria verbală sau imagistică, dar pretind că oferă concluzii asupra sistemului mnezic în general.

În afară de centrarea pe memoria imagistică sau verbală, o altă caracteristică a paradigmei principale în cercetarea memoriei constă în utilizarea exclusivă a reproducerii şi recunoaşterii ca forme de reactualizare a cunoştinţelor. Practic, toate experimentele citate până acum, care reprezintă „nucleul tare" de date experimentale asupra memoriei, au recurs la reproducere sau recunoaştere în măsura acurateţei memoriei. Într-o prelungire firească, testele de măsurare a memoriei se bazează exclusiv pe probe de recunoaştere şi reproducere. Este adevărat că ele pot pune în evidenţă memoria verbală şi/sau imagistică (cele două caracteristici ale tradiţiei sunt solidare), dar nu acoperă întreaga complexitate a memoriei. Un jucător de tenis recurge cu siguranţă la memorie, altfel n-ar atinge un nivel măcar satisfăcător de performanţă. Dar el nu poate verbaliza, sau recunoaşte, sau reproduce modul în care a executat o anumită lovitură. Ilie Năstase, de pildă, nu putea explica cum executa celebrul său forehand. Cunoştinţele de acest fel sunt implicite, greu verbalizabile; ele transpar în acţiunile pe care le efectuează individul, nu în rapoartele sale verbale.

Cunoştinţele reprezentate verbal sau imagistic, evidenţiate prin probe de reproducere sau recunoaştere, formează *memoria explicită* a subiectului uman. Ea se numeşte explicită deoarece conţinuturile ei sunt accesibile conştiinţei şi pot face obiectul unei reactualizări intenţionate. În literatura de specialitate, acest tip de memorie mai poartă numele de *memorie declarativă* (*declarative memory*), deoarece cuprinde cunoştinţe despre situaţii sau stări de lucruri care se pot exprima într-o formă declarativă.

Memoria implicită (non-declarativă sau procedurală) desemnează cunoştinţele non-declarative ale subiectului (ex.: reguli de execuţie, deprinderi motorii sau cognitive, reflexe condiţionate), care nu sunt accesibile conştiinţei şi nu pot face obiectul unei reactualizări intenţionate. În consecinţă, testele de recunoaştere şi/sau reproducere sunt insensibile la acest tip de memorie.

Unul dintre primele studii influente care au atras atenţia asupra memoriei implicite a fost publicat de Weiskrantz (1984). La un lot redus de numai cinci subiecţi amnezici (unul cu lobotomie temporală, ceilalţi patru cu sindrom Korsakoff), s-a administrat o sarcină de memorare a unei liste de cuvinte. În afară de probele clasice de reproducere şi recunoaştere, o a treia modalitate de detectare a memoriei lor a fost pusă la cale. Fără să li se spună că are vreo legătură cu sarcina anterioară, subiecţii respectivi erau rugaţi să completeze cuvintele lacunare dintr-o listă. De fapt, în lista respectivă, alături de alte cuvinte fragmentare, se aflau şi cuvintele (incomplete) care făcuseră parte din lista iniţial memorată. Subliniem încă o dată că a doua sarcină a fost considerată de pacienţi ca fiind total independentă de prima. Întrucât nu li se cerea explicit să-şi reamintească unele cuvinte anterior învăţate şi uitate, acesta era un test implicit al memoriei subiecţilor.

Aşa cum era de aşteptat, la recunoaştere şi reproducere performanţele subiecţilor normali sunt net superioare. În schimb, la testul de memorie implicită, performanţele celor două loturi de subiecţi sunt sensibil egale. Aceste rezultate l-au făcut pe Weisenkrantz să conchidă că alături de memoria explicită - accesibilă prin teste de recunoaştere şi reproducere -, există un alt sistem mnezic - memoria implicită -, accesibil prin metode de testare indirecte. Concomitent, o serie de investigaţii

clinico-experimentale au scos în evidenţă că în cazul amneziei (vezi pacientul H.M.) sau al sindromului Korsakoff, numai memoria declarativă este afectată, în vreme ce memoria implicită (procedurală) rămâne la parametri sensibili normali. De exemplu, pacientul H.M., deşi cu amnezie retrogradă, reuşeşte să înveţe să deseneze un obiect după imaginea sa în oglindă şi să rezolve problema „Turnul din Hanoi". Or, pentru realizarea acestor sarcini, el avea nevoie de o memorie a procedurilor, a deprinderilor motorii reclamate de astfel de sarcini.

Existenţa şi funcţionalitatea cunoştinţelor implicite poate fi pusă în evidenţă prin analiza deprinderilor, a fenomenelor de amorsaj şi a condiţionării clasice.

6.7.1. Memoria implicită a deprinderilor

Am menţionat deja că pacienţii cu amnezie retrogradă, deşi nu pot învăţa noi cunoştinţe declarative, pot, totuşi, dobândi noi deprinderi motorii sau cognitive. Una dintre deprinderile cele mai cunoscute este aceea de utilizare (cvasi-corectă) a limbii naturale. Se pare că la baza ei se află cunoştinţele implicite de gramatică, dobândite de indivizi în mod inconştient, neintenţionat.

Pentru a proba acest lucru, Reber (1973, 1989) a efectuat o serie de experimente ingenios concepute. El a prezentat, spre memorare, în faţa a două loturi de subiecţi – unii amnezici, ceilalţi normali –, şiruri de litere generate pe baza unor reguli gramaticale. De exemplu, putem concepe şirul M A M B M C M D M E M F M. El e generat prin inserarea literei M în şirul literelor din alfabet într-o poziţie corespunzătoare unui număr prim (1, 3, 5, 7, 11, 13...). Subiecţii vizionau aceste şiruri fără să li se spună că ele erau generate pe baza unor reguli sintactice. Abia după terminarea expunerii li se aduce la cunoştinţă acest lucru. Ulterior, le sunt prezentate perechi de şiruri – unul „gramatical" (= generat după aceleaşi reguli sintactice anterioare) şi unul „negramatical" (= constituit aleatoriu). Sarcina subiecţilor este de a recunoaşte care dintre aceste şiruri este cel „gramatical". Se constată că: (a) rata recunoaşterilor corecte este de 65-67%, deci ea nu se datorează întâmplării; (b) performanţele amnezicilor nu diferă de cele ale subiecţilor normali. De aici conchidem că *regulile unei gramatici artificiale sunt stocate în memoria implicită.* Prin extensie, putem spune că cunoştinţele noastre despre gramatica limbajului natural sunt implicite şi ele stau la baza deprinderilor noastre de utilizare (cvasi-)corectă a limbii. E posibil ca informaţiile noastre despre multe alte regularităţi din mediu, care nu fac obiectul unei învăţări intenţionate, să facă parte din memoria implicită. Principala locaţie cerebrală a cunoştinţelor implicite efective în realizarea deprinderilor pare a fi circumscrisă de ariile cortico-striate (Squire şi colab., 1993, Nadel, 1992).

6.7.2. Fenomenul de amorsaj

Termenul de amorsaj (*priming*) se foloseşte pentru a descrie fenomenul de facilitare a detecţiei unui stimul perceptiv pe baza experienţei noastre anterioare. De exemplu, apariţia unui stimul concordant cu expectanţele noastre este percepută mai rapid,

deoarece aşteptările pe care le-am avut au amorsat reprezentarea lui în memorie, facilitând recunoaşterea.

Amorsajul pune însă în evidenţă şi o serie de cunoştinţe generate prin mecanisme subconştiente, implicite. Se cunoaşte că expunerea frecventă la un stimul modifică judecata de valoare asupra lui. De exemplu, simpla prezentare repetată a unor nume proprii le face să fie considerate ca fiind mai faimoase, mai renumite decât numele proprii prezentate cu o frecvenţă mai mică. Probabilitatea de a considera faimoase numele proprii ale unor personalităţi bine cunoscute creşte de la 53 la 65%, dacă au fost recent prezentate subiecţilor. Probabilitatea ca subiecţii din lotul experimental să considere faimos un nume care, de fapt, nu desemnează o persoană celebră, dar care a fost prezentat anterior de mai multe ori creşte de la 12 la 23%. Aşadar, judecata de valoare este influenţată de cunoştinţele dobândite anterior în mod implicit, neintenţionat.

Pacienţii amnezici şi subiecţii normali se comportă similar în experimente de acest gen, ceea ce probează natura implicită a cunoştinţelor. La ambele grupuri amorsajul se poate constata chiar şi după mai multe săptămâni, ceea ce pune în evidenţă robusteţea cunoştinţelor din memoria implicită.

Amorsajul are o funcţie adaptativă incontestabilă. Deşi dinamic, mediul în care trăim este suficient de stabil pentru a fi predictibil. Putem presupune cu destulă încredere că într-un anume context ne vom întâlni, în momente diferite, cu aceeaşi categorie de stimuli. În acest caz, amorsarea determină sporirea vitezei de reacţie şi fluiditatea răspunsurilor la stimulii familiari.

6.7.3. Memoria implicită a reflexelor condiţionate

Prin condiţionare (clasică) se dobândesc o serie de cunoştinţe stocate în memoria implicită, detectabile în comportamentul subiectului, dar care nu pot fi evidenţiate prin reamintire intenţionată. Literatura de specialitate e plină de referinţe asupra fobiilor care rezultă dintr-o generalizare difuză a reacţiei fobice. „Micuţul Albert", replică behavioristă la „micuţul Hans" al lui Freud, constituie un exemplu ilustrativ în acest sens. Pentru a arăta că reacţia fobică este un comportament învăţat, de fiecare dată când unui copil (micuţul Albert) i se prezenta un iepuraş, Wattson îl asocia cu producerea unui zgomot puternic şi neplăcut. Deşi anterior copilul nu manifestase nici o temere faţă de iepuraş, după câteva şedinţe, apariţia iepuraşului era suficientă pentru a genera reacţia fobică. Ulterior, această reacţie se generalizează şi asupra altor animale asemănătoare cu cel în cauză. Etiologia fobiei este de cele mai multe ori necunoscută pacientului, deoarece ea se bazează pe cunoştinţele implicite dobândite în urma condiţionării.

Pentru a arăta că pacienţii cu amnezie retrogradă pot dobândi noi cunoştinţe prin condiţionare, s-a recurs la următorul experiment. De fiecare dată când le era prezentat un anumit stimul, un jet de aer propulsat în dreptul ochilor îi făcea să clipească. După mai multe şedinţe de acest gen prin condiţionare clasică, subiecţii au ajuns să clipească la fiecare prezentare a stimulului respectiv. Fără o altă învăţare,

acelaşi efect se constată şi la 24 ore după faza iniţială de condiţionare: prezenţa stimulului duce la apariţia clipitului (Squire şi colab., 1993). Aceste rezultate evidenţiază faptul că pacienţii cu amnezie retrogradă pot dobândi noi cunoştinţe, dar aceste cunoştinţe sunt de altă natură decât cele afectate de amnezie. *Amnezia afectează memoria declarativă, explicită, dar se pare că lasă intactă memoria implicită (nondeclarativă)*. Descoperirea memoriei implicite modifică, aşadar, considerabil viziunea noastră asupra amneziei. Cunoştinţele implicite dobândite prin condiţionare clasică sunt localizate în principal la nivelul cerebelului. Lezarea unei suprafeţe de 1 mm^2 din această zonă a determinat pierderea unor reflexe condiţionate la animalele de laborator (Kalat, 1988).

În finalul acestui subcapitol, pentru mai buna înţelegere a diferenţelor dintre memoria declarativă (explicită) şi cea nondeclarativă (implicită), rezumăm caracteristicile celor două sisteme mnezice în tabelul 6.3.

Tabelul 6.3. *Memoria explicită* vs *memoria implicită*

MEMORIA EXPLICITĂ	MEMORIA IMPLICITĂ
1. Conţine cunoştinţe despre fapte sau stări de lucruri (cunoştinţe declarative).	1'. Conţine cunoştinţe despre reguli sau proceduri (cunoştinţe procedurale) şi despre asocierile regulate ale unor stimuli (vezi condiţionarea clasică).
2. Cunoştinţele sunt verbalizabile şi fac obiectul unei reactualizări intenţionate, conştiente.	2'. Cunoştinţe neverbalizabile sau greu verbalizabile; nu sunt accesibile printr-un efort intenţionat, conştient.
3. Este estimată prin teste de recunoaştere sau reproducere.	3'. Este estimată prin impactul asupra modului efectiv de realizare a unei sarcini, prin amorsaj sau condiţionare.
4. Reprezentarea cunoştinţelor: verbală, imagistică, semantică.	4'. Reprezentarea cunoştinţelor: nonverbală, reguli de producere.
5. Se deteriorează în cadrul amneziei.	5'. Rămâne neafectată de amnezie.
6. Are o locaţie cerebrală relativ unitară: structurile limbic-biencefalice, în special hipocampusul.	6'. Are locaţii cerebrale diferite de ale memoriei explicite şi disparate: structurile cortico-striate pentru deprinderi şi habitudini, cerebelul pentru condiţionarea clasică.
7. Are o flexibilitate ridicată (poate fi folosită în multe situaţii).	7'. Are o flexibilitate redusă (poate fi folosită numai în situaţii identice sau foarte asemănătoare cu cea de învăţare).
8. Fiabilitate redusă (expugnabilă la interferenţe etc.).	8'. Fiabilitate mare (inexpugnabilă la interferenţe etc.).
9. Filogenetic (şi ontogenetic?) mai recentă.	9'. Filogenetic (şi ontogenetic?) mai timpurie.

Luând în considerare aceste evidenţe, vom conchide că există două sisteme mnezice diferite, susţinute de structuri cerebrale diferite: memoria explicită şi memoria implicită.

În afară de impactul teoretico-experimental, diferenţierea memoriei implicite de cea explicită are importante consecinţe practice. Fără să trecem în revistă spectrul de implicaţii şi aplicaţii posibile, să ne gândim numai la construcţia instrumentelor de evaluare a memoriei. Până în prezent, testele de memorie s-au bazat numai pe probe de recunoaştere şi reamintire, pretinzând însă că rezultatele obţinute ne oferă informaţii despre toată memoria. Or, este evident că aceste teste nu acoperă decât

(o parte din) memoria explicită. Pentru diagnosticul memoriei implicite e nevoie de teste noi, iar calea cea mai economică şi mai validă constă în *standardizarea experimentelor* deja efectuate. De altfel, în diagnosticul neuropsihic, acestea au început chiar să fie folosite.

6.8. O sistematizare posibilă şi implicaţiile ei

Am analizat, până acum, atâtea tipuri şi sisteme de memorie, încât s-ar putea să fi semănat confuzie în mintea cititorului. Asigurându-l că aceeaşi confuzie domneşte şi în literatura de specialitate, nu-l ajutăm prea mult. Expun mai jos o tentativă proprie de sistematizare a tipurilor şi sistemelor mnezice. Câteva consecinţe ale acestei sistematizări – originale, după cunoştinţele noastre – vor fi discutate ulterior.

6.8.1. Tipuri şi sisteme mnezice

Clasificarea pe care o propun nu este o simplă consemnare *post factum* a rezultatelor deja cunoscute. Ea intenţionează să ofere, în acelaşi timp, şi sugestii de cercetare, să semnaleze „petele albe", neacoperite de investigaţiile actuale, dar cu consecinţe însemnate asupra progresului cunoaşterii memoriei.

Au fost utilizate două axe de clasificare: una referitoare la nivelul de activare, cealaltă la tipul de reprezentare folosit cu precădere de un anumit sistem mnezic. Rezultatul acestei clasificări este expus în tabelul 6.4.

Tabelul 6.4. *Tipuri şi sisteme mnezice*[5]

TIP DE REPREZENTARE/ VALOAREA DE ACTIVARE	MEMORIA DE LUCRU SAU DE SCURTĂ DURATĂ (ML, MSD)	MEMORIA DE LUNGĂ DURATĂ (MLD)
Memoria declarativă (explicită)	Episodică Semantică	Episodică Semantică
Memoria nondeclarativă (implicită)	Deprinderi şi habitudini Amorsajul Condiţionarea clasică	
Memoriile senzoriale	?	?

5. Am preferat termenul de sistem mnezic pentru cazul în care memoria respectivă are o locaţie neurofiziologică distinctă. Astfel, memoria explicită, implicită şi memoriile senzoriale sunt sisteme mnezice. Am utilizat termenul de tip de memorie pentru cazul în care diferenţa este doar de nivel de activare, dar proiecţia neurofiziologică este aceeaşi. În acest caz, memoria de lucru şi memoria de lungă durată, având aceeaşi locaţie, dar deosebindu-se doar din punctul de vedere al valorii de activare, sunt tipuri de memorie.

După tipul de reprezentare a informaţiei, deosebim 3 sisteme mnezice: a) memoria declarativă (explicită); b) memoria nondeclarativă (implicită); c) memoria senzorială. Memoria declarativă recurge la reprezentări verbale, imagistice sau semantice. Cele mai multe cunoştinţe le avem despre acest sistem mnezic. Memoria nondeclarativă (implicită) a făcut obiectul unor cercetări sistematice abia în ultimii ani, ca atare, ştim puţine lucruri despre ea, multe rămânând de cercetat. Se pare că principala modalitate de codare a cunoştinţelor explicite sunt regulile de producere. Multe lucruri nu au fost spuse, de aceea problematica reprezentării cunoştinţelor implicite reprezintă o mare miză pentru cercetarea din următorii ani. Memoriile senzoriale recurg (exclusiv) la coduri neurofiziologice (6.1). Cele mai cunoscute memorii senzoriale – cea vizuală şi cea auditivă – nu acceptă tot registrul mnezic senzorial. „Petele albe" se referă aici la memoriile tactil-kinestezice, gustative şi olfactive.

Din punct de vedere al valorii de activare, deosebim două tipuri de memorie: memorie de lucru (ML) şi memorie de lungă durată (MLD). S-a argumentat în text că memoria de scurtă durată (MSD) este, de fapt, un caz particular al memoriei de lucru. Subliniem încă o dată că valoarea de activare variază continuu, ca atare, la un moment dat, anumite cunoştinţe sunt în memoria de lucru, la alt moment – alte cunoştinţe. De exemplu, dacă citesc un poem, am anumite cunoştinţe temporar activate (ML), care mă ajută să-l înţeleg. Dacă în următorul moment sunt solicitat să rezolv probleme de algebră, primul gen de cunoştinţe se subactivează, intrând în MLD, în vreme ce alte cunoştinţe din MLD, anterior subactivate, intră în ML. Memoria de lucru şi cea de lungă durată sunt stări diferite de activare ale aceluiaşi sistem mnezic – memoria declarativă, aşa cum s-a argumentat în 6.2.6-6.4. Tipul de sarcină şi genul de stimuli pe care-i recepţionează subiectul determină care cunoştinţe sunt temporar activate şi care sunt temporar subactivate. Nu există diferenţe nete, exprimabile cantitativ, ale nivelului de activare dintre MLD şi ML (cel puţin până acum nu avem astfel de măsurători). Ele sunt raportate la un anumit prag de activare, dar nu ştim valoarea acelui prag. Performanţele intelectuale par a fi determinate de memoria de lucru, nu de memoria de lungă durată. Nu contează atât câte cunoştinţe şi ce mecanisme de procesare sunt în MLD; contează câte se activează pentru a realiza o sarcină în mod eficient. De altfel, unul dintre cele mai stabile rezultate înregistrate asupra dezvoltării cognitive vizează memoria de lucru. Una dintre deosebirile esenţiale între subiecţi de niveluri intelectuale diferite constă în mărimea diferită a memoriei de lucru.

Cine parcurge literatura de specialitate va afla că memoria semantică şi cea procedurală sunt tipuri (sau sisteme!) ale memoriei de lungă durată. Dacă această distincţie rămâne viabilă şi dacă MLD şi ML nu sunt decât memorii temporar subactivate, respectiv activate, atunci, în mod evident, trebuie să admitem existenţa memoriei semantice şi a celei episodice la nivelul memoriei de lucru. În acest moment, pot să am în minte în stare de activare ce am făcut ieri la ora 9 seara (= memorie episodică) sau care este capitala României (= memorie semantică). Deci, memoria episodică/semantică nu aparţine exclusiv memoriei de lungă durată, cum se vehiculează în literatura de specialitate. Dintr-o dată, se deschide un câmp

de cercetare imens, vizând diferenţele dintre memoria episodică şi cea semantică la nivelul memoriei de lucru. Vor confirma aceste cercetări distincţia episodic-semantic sau o vor spulbera? Există vreo diferenţă între proiecţiile neurofiziologice ale memoriei episodice faţă de cele ale memoriei semantice în interiorul ariei cerebrale specifice memoriei declarative? Răspunsul la aceste întrebări şi la altele de acest gen va fi oferit de cercetările din următorii ani.

Inspectând tabelul 6.4, se poate observa că, în cazul memoriei implicite, distincţia dintre memoria de lucru şi cea de lungă durată este marcată cu linie punctată. Am recurs la acest artificiu grafic pentru a arăta că această distincţie nu apare în cercetările actuale asupra memoriei implicite. Şi totuşi, această distincţie pare evidentă, cel puţin la prima vedere. De pildă, în acest moment doresc să-mi fac nodul la cravată; pentru a realiza acest lucru, o mulţime de cunoştinţe implicite se activează şi-mi coordonează mişcările mâinilor. Aceleaşi cunoştinţe intră însă în memoria de lungă durată dacă, în momentul următor, doresc să bat la maşină un text oarecare. Alte cunoştinţe sunt activate pentru a-mi coordona mişcările degetelor, poziţia mâinilor etc. Principalul motiv pentru care distincţia dintre MLD şi MSD (sau ML) n-a fost operată în cazul memoriei implicite constă, probabil, în aceea că memoria implicită a fost de puţină vreme luată în seamă de cercetători. Este şansa generaţiei actuale de a oferi rezultate relevante asupra nivelului de activare a cunoştinţelor implicite.

În fine, pentru memoriile senzoriale, distincţia dintre ML şi MLD pare nerelevantă şi mai degrabă generatoare de confuzii conceptuale. Ştim însă prea puţin despre unele dintre aceste memorii (ex.: memoria olfactivă sau memoria kinestezică), ca să excludem definitiv această posibilitate. Să ne reamintim doar că, prin stimularea unei arii cerebrale foarte reduse, Penfield reuşea să reactualizeze în mintea pacienţilor diferite mirosuri din copilărie, considerate de mult uitate. Dacă ţinem seama de aceste date, atunci analiza memoriilor senzoriale în funcţie de nivelul de activare nu mai pare chiar atât de hazardată.

După cum am arătat, acest tabel de sistematizare nu este doar o taxonomie *a posteriori*, ci şi o tentativă de a organiza un material imens, pe de o parte, de a reorienta cercetarea spre zonele fierbinţi sau necunoscute - pe de altă parte. Viabilitatea ei va fi confirmată sau nu de investigaţiile viitoare.

6.9. Sumar

Sistemul cognitiv uman dispune de trei sisteme mnezice: memoria declarativă (explicită), memoria nondeclarativă (implicită) şi memoriile senzoriale.

Memoriile senzoriale asigură persistenţa stimulului după încetarea acţiunii sale asupra receptorilor, probabil pentru a permite activarea detectorilor de trăsături. Ele sunt specifice fiecărei modalităţi senzoriale, au proiecţii neuro-anatomice relativ bine determinate şi o capacitate practic nelimitată.

Memoria explicită conţine cunoştinţe declarative, care pot fi reactualizate intenţionat prin teste de recunoaştere şi reproducere. Se deteriorează în cazul amneziei, are o locaţie cerebrală relativ unitară (structurile limbic-diencefalice în special hipocampusul), este flexibilă, are o fiabilitate redusă şi este filogenetic (probabil şi ontogenetic) mai recentă. Distincţia episodic/semantic nu este suficient de bine fundamentată experimental.

Memoria implicită conţine cunoştinţe procedurale şi cunoştinţe despre asocierea repetată a unor stimuli. Aceste cunoştinţe sunt neverbalizabile (sau greu verbalizabile), fiind estimate în funcţie de impactul lor asupra modului efectiv de realizare a unei sarcini prin amorsaj şi condiţionare clasică. Memoria implicită rămâne neafectată de amnezie, are locaţii cerebrale diferite de cele ale memoriei explicite, o flexibilitate redusă, o fiabilitate mai mare şi este filogenetic (probabil şi ontogenetic) mai timpurie.

În funcţie de nivelul de activare a conţinuturilor mnezice, atât memoria explicită cât şi cea implicită au o stare activată (memorie de lucru) şi una subactivată (memorie de lungă durată). Nu se cunoaşte valoarea pragului în raport cu care se stabileşte activarea/subactivarea. Comparate din punct de vedere al capacităţii, duratei, proiecţiilor neurofiziologice, tipului de codare şi modului de accesare al informaţiei, memoria de scurtă durată şi memoria de lucru sunt identice.

Standardizarea principalelor experimente realizate de cercetătorii memoriei ar putea oferi instrumente de psihodiagnostic mult mai valide.

Capitolul 7

REPREZENTAREA ŞI ORGANIZAREA CUNOŞTINŢELOR

7.1. Introducere

În acest capitol, ne vom pune problema modului în care sunt organizate cunoştinţele în memoria de lungă durată şi memoria de lucru. De mai multe ori, pe parcursul acestei lucrări, am avut prilejul să atragem atenţia asupra impactului bazei de cunoştinţe a subiectului, asupra modului de procesare a informaţiei. Cunoştinţele nu formează o masă pasivă de informaţii. Toate prelucrările descendente sunt iniţiate şi ghidate de cunoştinţele subiectului. Pe baza lor se realizează gruparea informaţiilor în unităţi de sens (chunksuri), categorizarea, constituirea de concepte sau imagini mintale, activarea contextului corespunzător rezolvării unei probleme etc. Dihotomia operaţii *vs* cunoştinţe, în care cunoştinţele sunt conţinuturi pasive manipulate de operaţiile pe care subiectul le posedă, nu se mai poate susţine. Atât existenţa, cât şi modul de desfăşurare a unor prelucrări cognitive sunt determinate de baza de cunoştinţe subiacentă.

Modul de organizare a cunoştinţelor depinde de reprezentările cu care operează sistemul cognitiv. Pentru reprezentarea obiectelor sau a categoriilor de obiecte, subiectul uman recurge la concepte şi prototipuri. Pentru reprezentarea scenelor (stărilor de lucruri) complexe, sistemul cognitiv apelează la imagini mintale sau scheme cognitive. În fine, pentru reprezentarea acţiunilor, sunt utilizate scenariile cognitive sau secvenţe de reguli.

Una dintre modalităţile de organizare a exemplarelor unei categorii se realizează în funcţie de gradul lor de similaritate cu prototipul sau conceptul categoriei respective (4.3). Cu cât similaritatea dintre două exemplare sau dintre un exemplar şi prototipul/conceptul categoriei este mai mare, cu atât mai mică este distanţa dintre ele. Dimpotrivă, cu cât ele sunt mai disimilare, cu atât distanţa este mai mare. Similaritatea şi disimilaritatea a două elemente se calculează pe baza caracteristicilor lor comune şi specifice, conform axiomei lui Tversky (4.3.2). Dacă reprezentăm grafic organizarea pe bază de similaritate a elementelor unei categorii, atunci relaţiile de similaritate se spaţializează, apărând ca relaţii topologice. Gradul de similaritate apare ca distanţă spaţială.

Exemplarele care sunt mai aproape de categorie sunt mai similare cu ea, adică reprezintă prototipurile sale. Exemplarele atipice sunt mai îndepărtate. Nu vrem să

spunem că elementele unei categorii sunt aşezate într-un spaţiu mintal bidimensional, ci că ele se distribuie pe baza gradelor de similaritate, într-un mod *analog* reprezentărilor topologice.

Gruparea itemilor în funcţie de similaritatea/disimilaritatea caracteristicilor lor nu este singura modalitate de organizare a informaţiei în memorie. Integrarea conceptelor într-o reţea conceptuală mai amplă generează un alt tip de organizare - reţeaua semantică. Dacă vedem conceptul ca o formă contrasă a unei propoziţii, atunci componentele de bază ale organizării informaţiei sunt propoziţiile, iar între acestea se stabilesc diverse reţele propoziţionale. În fine, elementele unei situaţii între care există relaţii tipice se organizează mintal sub forma structurilor de cunoştinţe, iar secvenţele unei acţiuni, sub forma scenariilor sau regulilor de producere. Fiecare dintre aceste tipuri de organizare va fi analizată pe parcursul acestui capitol. Înainte de aceasta, merită însă făcută o observaţie mai generală, şi anume că majoritatea cunoştinţelor noastre au un format semantic. O cunoştinţă este un conţinut semantic despre care poţi spune că este adevărat sau fals, mai exact, căruia îi poţi atribui o valoare de adevăr. Imaginile mintale sau perceptive nu sunt cunoştinţe. Cunoştinţele rezultă din prelucrarea lor. Altfel, am ajunge la concluzia absurdă că şi o cameră de luat vederi are cunoştinţe.

Procesarea reprezentărilor pentru a obţine cunoştinţe înseamnă, în mare măsură, traducerea lor în cod semantic, descompunerea lor într-o mulţime de conţinuturi semantice cărora le putem asigna valoare de adevăr. Organizarea cunoştinţelor înseamnă, în primul rând, organizarea conţinuturilor semantice.

7.2. Modelări simbolice ale bazei de cunoştinţe

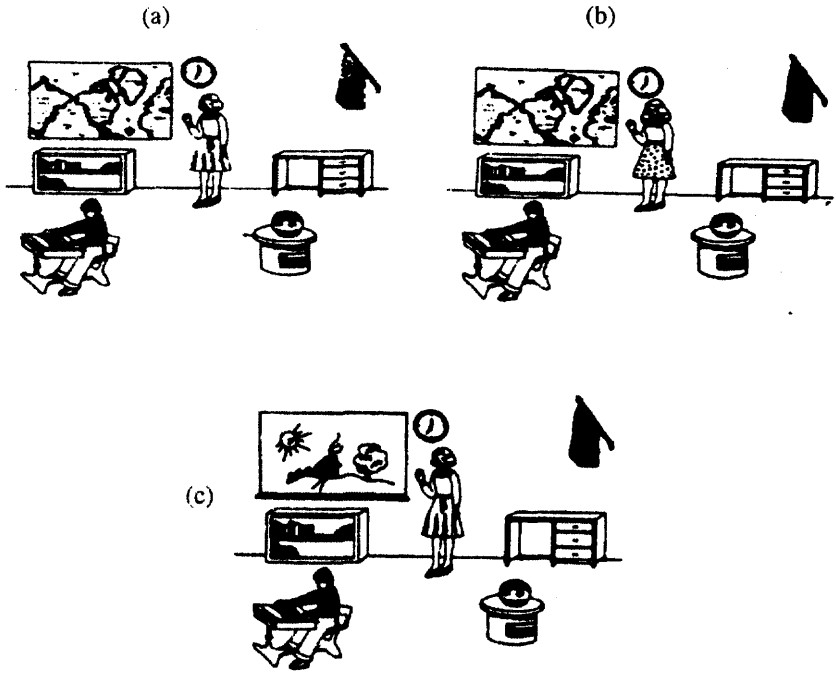
7.2.1. Codarea semantică a cunoştinţelor. Dovezi experimentale

Propensiunea sistemului cognitiv de a reţine pe termen lung, cu precădere, semnificaţia stimulilor, nu configuraţia lor perceptivă a fost relevată în numeroase experimente (vezi Meyer, 1983, Norman şi Lindsay, 1977 etc.). Accentuându-se această tendinţă, adesea s-a pus semnul identităţii între memoria de lungă durată şi memoria semantică, considerându-se că doar această memorie semantică face obiectul unei retenţii pe termen lung. O serie de investigaţii au relevat însă posibilitatea păstrării în memorie a caracteristicilor *vizuale* ale unor stimuli chiar şi după câteva luni de la sarcina de memorare a acestora. Fiecare dintre noi cunoaşte persoane capabile să-şi reamintească poziţia în pagină a unui anumit text, multă vreme după memorarea acestuia. Memoria de lungă durată are, aşadar, o extensie mai largă decât memoria semantică, incluzând şi unele caracteristici senzoriale ale stimulilor. Ponderea conţinuturilor imagistice este însă mult mai redusă în

comparaţie cu conţinuturile semantice. Oamenii uită repede, de pildă, imaginile a căror semnificaţie nu au putut-o decoda.

Mandler şi Ritchey (1977) au prezentat subiecţilor, timp de 10 secunde, o imagine de genul celei din figura 7.1.a.

Fig. 7.1. *Material experimental utilizat de Mandler şi Ritchey* (1977)

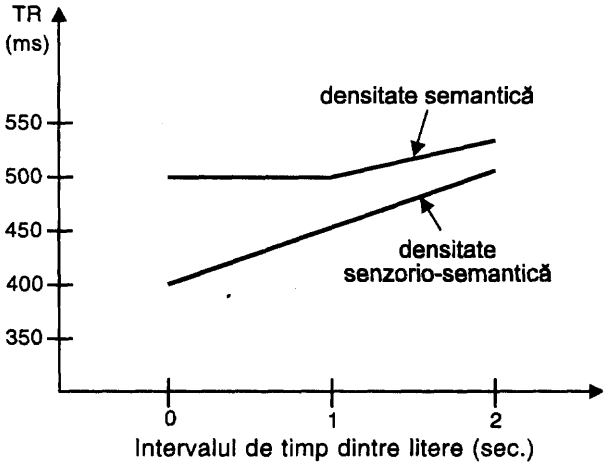


Alte două variante ale unei astfel de imagini erau construite de experimentatori: (1) o variantă în care erau operate doar modificări ale unor detalii imagistice, senzoriale (ex.: figura 7.1.b, în care fusta profesoarei este schimbată) şi (2) o variantă în care se operau modificări de sens faţă de varianta iniţială (ex.: figura 7.1.c exprimă o modificare a conţinutului predării). Cele trei categorii de imagini erau apoi randomizate în serii de imagini diferite. Sarcina subiecţilor era de a recunoaşte imaginea care a fost inspectată anterior. Ei recunosc această imagine în aproximativ 77% din cazuri. Reuşesc să respingă varianta ai cărei parametri senzoriali sunt modificaţi în 60% din cazuri. Ultimele două cifre sunt relevante pentru noi: ele arată că modificările în semantica unei imagini au un impact mai puternic asupra recunoaşterii decât mutaţiile la nivelul detaliilor imagistice. Aceasta înseamnă că subiecţii memorează în primul rând semnificaţia imaginilor şi abia apoi detaliile imagistice. Ei sunt mult mai sensibili la modificări ale semanticii imaginii decât ale caracteristicilor sale fizice sau senzoriale.

Tendinţa sistemului nostru cognitiv de a reţine pe termen lung semnificaţiile stimulilor, nu dispunerea lor spaţială e şi mai evidentă în cazul stimulilor verbali.

Într-un experiment clasic, Posner (1969) a prezentat subiecţilor perechi de litere în succesiune, la intervale variate de timp. Sarcina lor era de a stabili dacă a doua literă prezentată după un răstimp este identică cu prima. În cazul în care o pereche conţinea două litere identice, erau prezente două situaţii: a) o situaţie în care literele erau identice şi sub aspectul semnificaţiei, şi al configuraţiei senzoriale (ex.: AA) (identitate senzorio-semantică); b) o situaţie în care literele respective erau identice numai sub aspectul semnificaţiei (identitate semantică) (ex.: Aa). Se presupune că timpul de reacţie e mai scurt în prima situaţie decât în a doua, deoarece e suficientă procesarea caracteristicilor senzoriale ale stimulilor pentru a oferi răspunsul corect. Rezultatele sunt prezentate în figura 7.2.

Fig. 7.2. *Latenţa răspunsului în sarcina de recunoaştere* (Posner, 1969)



Dacă perechile respective sunt prezentate concomitent, TR este mai redus în cazul identităţii senzorio-semantice decât în cazul în care identitatea e doar semantică, conform experienţelor iniţiale. Dacă se măreşte însă intervalul de timp dintre prezentarea unei litere şi perechea sa, diferenţele de timp de reacţie se aglutinează, astfel încât, deja la un interval de două secunde dintre cele două litere, diferenţele devin practic nesemnificative. Acest lucru se explică printr-o deteriorare rapidă a componentei senzoriale, comparaţia făcându-se doar pe temeiul caracteristicilor semantice. După un interval de timp scurt – 2 secunde în cazul stimulilor verbali simpli –, sistemul cognitiv păstrează doar caracteristicile semantice ale stimulilor verbali, suficiente pentru a realiza cu succes sarcina propusă. Aceeaşi tendinţă generală de stocare preferenţială a informaţiei semantice pe termen lung a fost evidenţiată şi în cazul stimulilor verbali complecşi. Anderson (1985) relatează un experiment similar cu cel al lui Posner (1969), dar în care perechile de litere erau înlocuite cu perechi de propoziţii, similare atât sub aspectul formei, cât şi al semnificaţiei sau similare doar sub aspectul semnificaţiei. Intervalul de timp dintre prezentări a fost de ordinul minutelor. Se constată că, după două minute, timpul de

reacţie pentru a decide între cele două tipuri de propoziţii identice este aproximativ egal, ceea ce denotă că din primul element al perechii s-a reţinut doar semantica, nu şi caracteristicile vizuale precum topica sau diateza verbală etc.

Făcând abstracţie de diferenţele legate de complexitatea materialului ce este stocat în memorie, rezultă clar tendinţa sistemului cognitiv de a stoca preferenţial, pe termen lung, informaţia semantică despre un stimul.

7.2.2. Avantajele codării semantice

Cu siguranţă, există o mulţime de avantaje care favorizează o reprezentare semantică a cunoştinţelor. Mai întâi, prin caracterul său abstract, reprezentarea semantică este mult mai *economicoasă* decât celelalte tipuri de reprezentări. Într-un format redus, ea conţine maximum de informaţie. Detaliile fizice, nerelevante ale stimulului sunt abandonate, reţinându-se preferenţial informaţia categorială, relaţiile relevante, relativ stabile. Spre deosebire de reprezentarea imagistică, cea semantică nu este o reflectare directă a caracteristicilor fizico-spaţiale ale stimulului. Mai degrabă aceasta reflectă o *abstracţie* a unui eveniment sau stimul. Citind acest paragraf, mai păstraţi doar semnificaţia mesajelor din paragrafele anterioare, nu şi topica, semnele de punctuaţie, terminologia folosită etc.

Economicitatea codării semantice a informaţiei induce un alt avantaj, şi anume *rapiditatea procesării*. Reprezentările semantice sunt mai uşor de prelucrat decât cele imagistice, deoarece ocupă un „spaţiu mental" mai redus în memoria de lucru. Întregul mecanism logic de care dispune subiectul uman operează asupra conţinuturilor semantice. Un silogism rămâne un silogism, indiferent de limbajul natural în care e formulat, topica premiselor sau a termenilor în cazul unei premise, mărimea literelor sau intensitatea fonemelor în care este exprimat. Regulile logice operează asupra reprezentărilor semantice, indiferent de expresiile verbale pe care acestea le posedă. Fiind abstractă, constituirea reprezentării semantice *nu* mai depinde de *ordinea* de prezentare a stimulilor. Esenţa unui discurs, de pildă, poate fi prezentată sau ca o teză ce este demonstrată ulterior, sau ca o concluzie, ce rezultă în urma unei argumentări.

În al treilea rând, reprezentările semantice impun o *sintaxă riguroasă*, limitând numărul de combinaţii posibilie. Reprezentările imagistice, de pildă, aşa cum s-a arătat în 5.2.2, nu au sintaxă. De aceea nu întâmplător visăm în imagini. Imaginile permit un maximum de grade de libertate pentru exprimarea subconştientului. Ca atare, subconştientul, încercând să scape de cenzură, se exprimă îndeosebi prin mijloace imagistice. Reprezentările semantice nu permit combinaţii de genul: „burlac căsătorit", „babă adolescentă", „cerc pătrat" etc., care încalcă regulile de combinare semantică sau logică.

Limitând numărul de combinaţii posibile între reprezentările semantice, se reduce probabilitatea interferenţelor, prelungindu-se astfel durata retenţiei unor evenimente în condiţiile unei economii de resurse de procesare a informaţiei. Un alt avantaj al

reprezentării semantice constă în faptul că ea permite *operarea asupra posibilului*. O reprezentare semantică nu reclamă neapărat un referent real, ci un referent posibil. Numerele iraţionale, de pildă, n-au corespondent în realitatea aflată sub incidenţa simţurilor. E suficient să avem noţiunea corespunzătoare acestui tip de numere pentru a demonstra teoreme sau a face calcule corespunzătoare. Desigur, putem avea şi o reprezentare imagistică despre unele lucruri posibile dar, în acest caz, imaginea este un produs secundar, este consecinţa cunoştinţelor semantice pe care noi le avem despre obiectul respectiv. De exemplu, putem avea o imagine despre „viaţa de apoi", dar aceasta e construită pe baza unor procesări descendente din „cunoştinţele" pe care le dobândim, citind *Biblia* sau *Coranul*. Parafrazându-l pe J. Piaget, vom spune că datorită *reprezentărilor semantice sistemul cognitiv face saltul din real în posibil*. Scăpând de constrângerile realităţii, procesarea cognitivă nu alunecă în haos, posibilul fiind ordonat de sintaxa proprie reprezentărilor semantice şi de principiul non-contradicţiei. Posibilul logic (= semantic) este echivalent cu non-contradictoriul; imposibilul - cu absurdul.

Convinşi fiind de avantajele reprezentării semantice a cunoştinţelor, ne vom pune problema modului lor de organizare. Putem reţine semnificaţia unei propoziţii, a unui paragraf sau a unei cărţi întregi. Care este unitatea semantică minimală, atomară, în care se pot descompune semnificaţiile complexe? Cum se combină aceste unităţi atomare pentru a reconstrui semnificaţia complexă? Se poate reduce semnificaţia unui roman, de pildă, la unităţi atomare de sens? În general, se pot reduce semnificaţii complexe la agregate de combinaţii simple?

7.2.3. Aserţiuni şi reţele propoziţionale[1]

Sub influenţa logicii matematice şi a analizei logice a limbajului, în ştiinţele cognitive se consideră că unitatea semantică minimală este *aserţiunea*, nu conceptul. Aserţiunea este un „atom" de cunoştinţă, o cunoştinţă atomară, care constă în asertarea unui predicat logic (ex.: proprietate, relaţie) despre un subiect logic (= un individ sau o mulţime de indivizi logici).

Să luăm, de pildă, propoziţiile:

(1) Psihologia este o ştiinţă.
(2) Ion este fiul lui George.
(3) George este tatăl lui Ion.

1. După cum se ştie, în terminologia engleză se face distincţia între *sentence* - propoziţia exprimată în limbajul natural şi *proposition* - conţinutul semantic al acestei propoziţii sau aserţiunea. Două propoziţii diferite (*sentences*) pot avea acelaşi conţinut propoziţional (*proposition*). De exemplu: „Brutus l-a ucis pe Caesar" şi „Caesar a fost ucis de Brutus" sunt echivalente sub aspectul semnificaţiei. Am preferat termenul de aserţiune pentru termenul englez *proposition*, căci exprimă o relaţie semantică logică între subiectul logic şi predicatul logic. Din raţiuni stilistice, am optat totuşi pentru expresia „reţele propoziţionale" (*propositional networks*), insistând că e vorba de reţele de aserţiuni, nu de propoziţii. Aşadar, mai corect, dar mai puţin elegant ar fi trebuit să spunem „reţele aserţionale".

Prima propoziţie asertează despre un subiect (psihologia) o proprietate (ştiinţificitatea). În limbajul logicii matematice, aceasta s-ar exprima într-o aserţiune sau propoziţie monară: *ştiinţa (psihologia)*, pe scurt: P(a). Propoziţiile (2) şi (3), deşi diferă ca expresii în limbajul natural, exprimă o singură aserţiune, postulând o relaţie de paternitate între doi indivizi. La modul general – fără a intra în detalii tehnice –, în logica simbolică această aserţiune capătă forma unei propoziţii binare: *paternitate (George, Ion)*, pe scurt: R(x,y). Se poate observa că *propoziţiile din limbajul natural* nu sunt identice, ci doar *aproximează propoziţiile logice* sau aserţiunile.

După cum se ştie din logica matematică, orice concept poate fi reprezentat printr-o funcţie propoziţională, cu unul sau mai multe argumente. El e considerat ca fiind o formă contrasă/prescurtată a unei asemenea funcţii. În plus, un concept nu are valoare de adevăr, nu poate fi considerat adevărat sau fals, căci adevărate sau false pot fi numai aserţiunile. Pe de altă parte, o cunoştinţă atomară trebuie să aibă valoare de adevăr, cel puţin în principiu. De aici rezultă că conceptele pot fi considerate cunoştinţe atomare. *Cunoştinţele atomare sunt aserţiuni*. Ca atare, unitatea semantică de bază este aserţiunea.

Logica predicatelor de ordinul I oferă un formalism eficace pentru modelarea conţinuturilor semantice. O aserţiune atomară e reprezentată de o funcţie propoziţională cu una sau mai multe variabile (sau, altfel spus, printr-un predicat cu unul sau mai multe argumente). O frază sau o propoziţie complexă se reprezintă prin utilizarea cuantificatorilor şi conectivelor logice. Să analizăm textul de mai jos[2]:

„Einstein a creat teoria relativităţii, revoluţionând fizica.
El era un evreu german care a emigrat în SUA".

Expresia simbolică corespunzătoare din logica predicatelor este:

$\exists$ x Einstein (x) & creatorul teoriei relativităţii (x) > – revoluţionat fizica (x)
$\exists$ y evreu german (y) & emigrant în SUA (y) & x ≡ y.

Dacă formalizăm predicatele prin constante logice, rezultă o secvenţă de funcţii propoziţionale, după cum urmează:

$\exists$ x, $\exists$ y ((P(x) & Q(x) > – R(x) & S(y) & T(y) & x ≡ y,

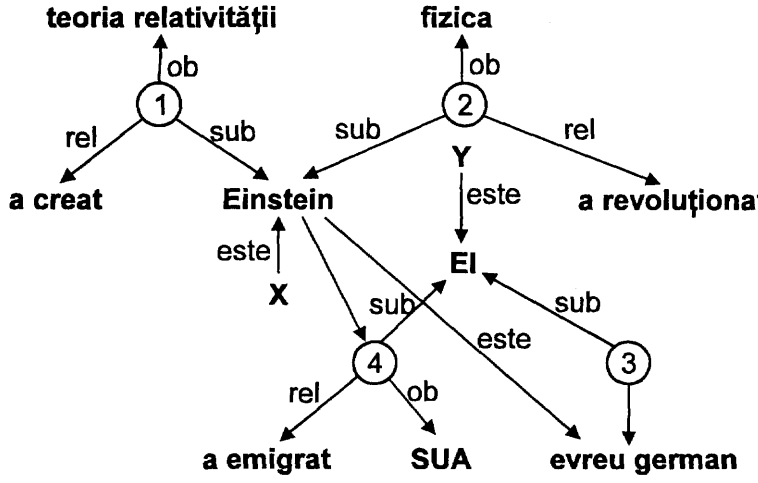
unde $\exists$ este cuantificator particular (*există cel puţin un*), iar > arată o relaţie de antrenare logică.

Notaţia logico-matematică nu trebuie să ne inducă în eroare. Fără îndoială că sistemul nostru cognitiv nu e înzestrat, de la naştere, cu cunoştinţe de logică simbolică. El utilizează însă un tip de reprezentări *similar* cu limbajul funcţiilor propoziţionale din logica simbolică. Notaţia logică este expresia abreviată, convenţională a acestui „limbaj al gândirii" (*language of thought*) de care vorbeşte Jerry Fodor (1976, 1982).

2. S-a ales un text simplu, didactic, uşor formalizabil prin logica de ordinul I. Am căutat să evit complicarea formalismului, prin introducerea unor logici multisortate.

Aserţiunile sau conţinuturile semantice cu care operează sistemul cognitiv pot fi modelate utilizând şi o altă notaţie bazată pe teoria grafurilor. Avantajul unei astfel de reprezentări constă în faptul că se pot exprima şi relaţiile dintre propoziţii, nu numai conţinutul lor semantic compact, ca în cazul logicii predicatelor. Orice cunoştinţă atomară e reprezentată printr-un *nod*. Conexiunile dintre ele sunt reprezentate prin săgeţi. Textul de mai sus poate fi, aşadar, reprezentat prin *reţeaua propoziţională* din figura 7.3.

Fig. 7.3. *Reţea propoziţională*



Numerele (1-4) reprezintă propoziţiile sau aserţiunile simple în care e descompus textul iniţial. În interiorul aceleiaşi propoziţii termenii îndeplinesc diverse funcţii: a) de *subiect*; b) de a marca o *relaţie*; c) de *obiect* al relaţiei respective. De exemplu, în prima propoziţie, „Einstein" are funcţia de subiect; „a creat" exprimă o relaţie, iar „teoria relativităţii" – obiectul unei relaţii. Pe scurt, reprezentarea bazată pe teoria grafurilor exprimă relaţiile dintre termenii unei propoziţii, precum şi modul în care aceşti termeni sunt conectaţi de alte propoziţii. O propoziţie pe care o asertăm sau ne-o reamintim la un moment dat nu apare într-un vacuum. Ea este conectată, prin termenii ei, de alţi termeni, din alte propoziţii. Semnificaţia unui concept e dată de relaţiile pe care el le are cu alte concepte, din alte propoziţii. Această interconectare este reprezentată, în reţea, printr-o serie de săgeţi care exprimă fie relaţii de genul „este un" („este o"), fie relaţii funcţionale de genul celor menţionate mai sus. Reţeaua prezentată trebuie privită doar ca un segment al unei reţele mult mai vaste, care cuprinde întreaga noastră bază de cunoştinţe[3]. Când sunt

3. Tipul de reţea propoziţională prezentat aici este un model hibrid construit de noi. Există multe variaţii, unele mai simple, altele mai sofisticate, pe tema reţelelor propoziţionale. Cei interesaţi pot consulta, de pildă, Rumelhart, Lindsay şi Norman (1972), Anderson (1976), Anderson (1985), Norman şi Rumelhart (1975) etc.

activate, nodurile reţelei îşi propagă valoarea de activare de-a lungul reţelei. Ele se pot activa punând întrebări despre relaţiile dintre diverse elemente ale reţelei. Dacă activarea de la două noduri se intersectează, atunci răspunsul subiectului este pozitiv. Dacă nu se intersectează, răspunsul e negativ.

Reţelele propoziţionale nu sunt simple artificii formale, rezultate din aplicarea teoriei grafurilor în modelarea memoriei. Ele pot face predicţii testabile, astfel încât să-şi dobândească, cel puţin în principiu, validitatea ecologică.

Modalitatea de testare a acestor reţele este următoarea: se solicită subiecţii să înveţe un anumit material, pentru care experimentatorul a stabilit deja reţeaua propoziţională. După un interval de timp variabil, subiecţii sunt supuşi unei probe de asociaţii libere. Se ia un termen (un nod din reţea) şi i se prezintă subiectului. Sarcina lui este de a spune primul cuvânt care îi vine în minte din textul învăţat anterior. Experimentatorul notează timpul de reacţie şi localizează cuvântul menţionat de subiect în reţea, în raport cu amorsa pe care el a oferit-o iniţial. Se continuă apoi seria aserţiunilor libere până când se epuizează toate nodurile din reţea. Dacă reţeaua propoziţională este validă, atunci distanţa dintre nodurile reţelei trebuie să se coreleze cu mărimea timpului de reacţie.

De exemplu, în cazul reţelei din figura 7.3, am luat ca „amorsă" „Einstein" şi am cerut subiecţilor să procedeze la asociaţii libere. Cel mai scurt timp de reacţie (deci cea mai rapidă asociaţie) a fost „teoria relativităţii" (1,20 secunde), apoi, la diferenţă nesemnificativă, „evreu german" (1,30 secunde). Aceste date sunt conforme cu predicţiile reţelei, anume că asociaţia cea mai rapidă se face cu cele mai apropiate noduri din reţea. Validitatea ei se demonstrează şi mai bine dacă folosim ca amorsă un nod extrem. Ca atare, am prezentat subiecţilor cuvântul „evreu german". Timpul mediu de reacţie pentru a realiza asociaţia cu „Einstein" a fost mai scurt (1,19 secunde) decât pentru a-şi reaminti „teoria relativităţii" (1,8 secunde). Or, exact acest lucru prezice şi reţeaua: distanţa dintre „evreu german" şi „Einstein" este mai redusă decât distanţa „evreu german" - „teoria relativităţii". Aşadar, informaţia *nu* este stocată serial în ordinea apariţiei sale în text, căci, dacă ar fi aşa, „teoria relativităţii" ar fi fost reactualizată mai rapid decât „Einstein", întrucât e mai aproape de nodul amorsă. Dimpotrivă, datele experimentale au confirmat predicţia reţelei, ceea ce o legitimează ca un model cel puţin plauzibil de reprezentare şi organizare a conţinuturilor mnezice. Am obţinut rezultate similare procedând la asociaţii libere pornind de la nodul „fizica".

O altă metodă de validare a reţelei propoziţionale se bazează pe înregistrarea timpilor de reacţie la întrebările pe care le punem subiecţilor. Aceste întrebări sunt construite în aşa fel încât să cuprindă noduri aflate la distanţe diferite. De pildă, întrebările:

(1) Einstein este un evreu german?
(2) Teoria relativităţii a fost creată de un evreu german?

conţin noduri situate la distanţe diferite în reţeaua propoziţională. Dacă latenţa răspunsului pentru întrebarea (2) este mai mare decât pentru întrebarea (1), atunci

predicţia reţelei s-a validat; ca atare, reţeaua devine o modelare plauzibilă. Se pot concepe şi alte întrebări de acest gen, care să cuprindă alte noduri ale reţelei.

O validare indirectă a reţelelor propoziţionale vine din partea unor studii asupra deciziei lexicale (ex.: Mayer & Schraneveldt, 1971). În acest gen de studii se prezintă subiecţilor diverse şiruri de litere şi li se cere să menţioneze dacă acestea formează cuvinte (cu sens) sau sunt combinaţii aleatorii de litere. Timpul de reacţie necesar pentru a decide că o astfel de combinaţie lingvistică (ex.: „doctor") este cuvânt e mai scurt dacă a fost precedat de un cuvânt învecinat semantic (ex.: „asistentă") decât dacă a fost precedat de un cuvânt semantic necorelat (ex.: „unt"). În primul caz s-a realizat o amorsare semantică, cuvântul precedent amorsând cuvântul ţintă, ceea ce denotă faptul că organizarea în memorie a cunoştinţelor se face în mod analog unei reţele propoziţionale. Într-o reţea propoziţională, aşa cum am arătat, când un nod este activat, activarea sa se propagă de-a lungul conexiunilor din reţea. Nodurile semantic învecinate sunt interconectate mai puternic, deci propagarea se realizează mai rapid.

Evaluând succint modelul reţelelor propoziţionale, să remarcăm că o mare parte din datele experimentale de până acum susţin validitatea lor ecologică. *Forma* în care sunt prezentate – prin noduri interconectate între care se propagă activarea – le conferă şi o anumită plauzibilitate neuronală. Ele nu sunt însă atât de complete cât au pretins creatorii lor. Nu toate cunoştinţele din memorie sunt organizate în reţele propoziţionale. De altfel, cred că am simplifica exagerat modul de organizare a cunoştinţelor în sistemul cognitiv uman dacă am aspira la descoperirea unei structuri organizatorice unice.

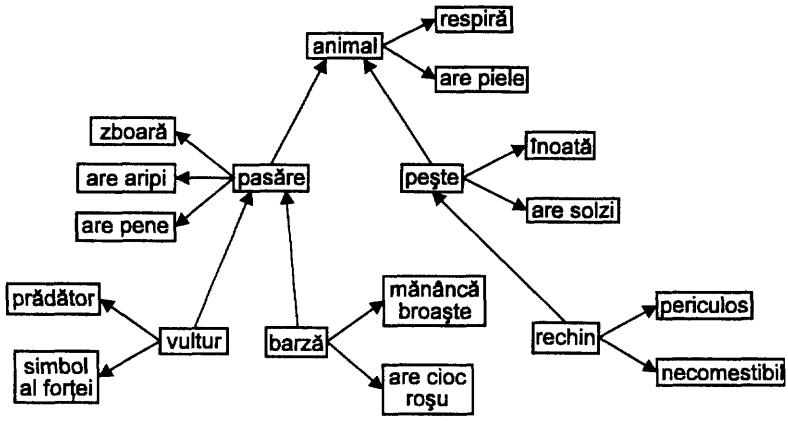
7.2.4. Reţele semantice

O altă modelare a organizării cunoştinţelor în memorie este cea cunoscută sub numele de *reţea semantică*. Construcţia acestor reţele a fost inspirată de taxonomiile logice şi caracterul bine structurat al unor cunoştinţe. O reţea semantică exprimă modul de organizare a conţinuturilor semantice, din domenii de cunoştinţe bine structurate (ex.: biologie, fizică, geometrie, algebră etc.). De regulă, cunoştinţele din aceste domenii sunt organizate *ierarhic*, în funcţie de gradul lor de generalitate. Collins şi Quillian, în 1969, au construit primele reţele de acest tip. Mai târziu ele au suferit diverse modificări, operate atât de psihologi, cât şi de specialişti din inteligenţa artificială. Un exemplu de reţea semantică este prezentat în figura 7.4.

Reţeaua semantică este formată din noduri şi arce. Fiecare nod reprezintă un concept şi fiecare arc – o relaţie dintre concepte sau dintre acestea şi proprietăţile esenţiale (definitorii) adiacente. Aşadar, reţeaua semantică este un formalism diferit faţă de reţelele propoziţionale care figurează atât relaţiile funcţionale interpropoziţionale, cât şi relaţiile dintre propoziţii diferite.

Reţeaua semantică conţine două tipuri de relaţii: a) *relaţii de subordonare* – de la concepte cu grad de generalitate mai redus, la cele cu extensiune mai generală; b) *relaţii de predicaţie* – de la subiectul logic, la caracteristicile sale definitorii.

Fig. 7.4. *Reţea semantică*



Reţeaua are proprietatea de *eritabilitate a trăsăturilor*. Aceasta înseamnă că o trăsătură (proprietate) aferentă unui nod este moştenită de toate nodurile subordonate. De exemplu, „barza", în afară de proprietăţile sale caracteristice („are cioc roşu", „mănâncă broaşte"), are toate caracteristicile asociate nodurilor pasăre şi animal. Pentru a demonstra că o reţea semantică nu este un simplu joc formal, ci are realitate psihologică, Collins şi Quillian au testat predicţiile oferite de model măsurând TR la diverse întrebări. Să luăm, de pildă, întrebările:

(1) Barza are cioc roşu?
(2) Barza are pene?
(3) Barza respiră?

Modelul reţelelor semantice prezice că timpul de latenţă reclamat pentru a oferi răspunsul la aceste întrebări va fi din ce în ce mai mare. Termenii cuprinşi în întrebare activează nodurile corespunzătoare din reţeaua semantică. Această activare se va propaga în reţea, vectorizată de arcurile reţelei. Dacă aceste activări se vor întâlni – răspunsul e pozitiv; altfel – va fi negativ. Cu cât nodurile respective sunt mai îndepărtate de reţea, cu atât timpul de latenţă va fi mai extins. O serie de date experimentale confirmă această predicţie. Pentru a răspunde la prima întrebare sunt necesare – în medie – 1310 milisecunde; pentru (2) – 1380 milisecunde, iar pentru (3) – 1470 milisecunde. Aşadar, reţelele semantice nu sunt un simplu joc formal, abstract, ci şi o descriere a modului de organizare a unor cunoştinţe din memorie. Ele sunt adecvate pentru a modela organizarea cunoştinţelor din domenii *bine structurate* şi *neutre* din punct de vedere afectiv. Cunoştinţele colorate afectiv nu se organizează după relaţii pur semantice, ci se aglomerează în jurul unor „noduri emoţionale" (Bower, 1981, 1987). Problematica acestui tip de cunoştinţe va fi abordată într-o secţiune ulterioară.

Există şi predicţii ale reţelelor semantice care n-au primit confirmare experimentală. De pildă, timpul de latenţă pentru a răspunde la întrebarea: „Vulturul este

un prădător ? " ar trebui să fie mai scurt decât cel reclamat de răspunsul la întrebarea : „Vulturul zboară ? ", deoarece „distanţa semantică" este mai mare în al doilea caz. Datele experimentale nu validează însă o astfel de predicţie. Corecţiile ulterioare aduse reţelelor semantice au vizat tocmai îmbunătăţirea concordanţei lor cu datele experimentale.

Mai întâi, cercetările iniţiate de E. Rosch (1976, 1980) (4.4.2) au relevat reprezentativitatea diferită a exemplarelor unei categorii. Aşa cum am arătat, exemplarele unei categorii nu sunt echivalente ; unele sunt mai reprezentative pentru categoria respectivă decât altele. Aceste exemplare sunt prototipuri ale categoriei. Pentru categoria „fructe" prototipul – cel puţin în mediul nostru cultural – e mărul ; pentru categoria „păsări", vrabia are o valoare de prototipicalitate mult mai mare decât ibisul etc. Aceasta înseamnă că „distanţa semantică" dintre două exemple şi conceptul mai general căruia îi sunt subordonate este diferită : arcul de la prototip la concept e mai scurt decât de la un exemplar atipic, neprototipic la conceptul respectiv. Pe scurt, relaţiile de subordonare din reţea trebuie ponderate, în funcţie de gradul de prototipicalitate.

În al doilea rând, relaţiile dintre un subiect logic şi atributele sale, relaţiile de predicaţie, trebuie ele însele ponderate. Iniţial, reţelele semantice se bazau pe *principiul economiei stricte* : o proprietate era stocată o singură dată în reţea, la nodul aflat cel mai sus în ierarhie. Cercetările experimentale au arătat însă că timpul de latenţă pentru exprimarea unor aserţiuni care leagă noduri de proprietăţi de la niveluri diferite este uneori mai scurt decât pentru concepte şi proprietăţi aflate la acelaşi nivel al ierarhiei. De pildă, timpul de latenţă pentru propoziţia : „Vulturul are aripi" este mai scurt decât pentru aserţiunea „Vulturul este un prădător", deşi în al doilea caz distanţa semantică e mai redusă. Aceleaşi rezultate se obţin dacă se recurge la o probă de asociaţii libere : nodurile mai depărtate semantic sunt uneori asociate mai rapid decât cele de la acelaşi nivel. Constrângerile induse de aceste rezultate experimentale au impus renunţarea la principiul economiei stricte, optându-se pentru stocarea redundantă a unei proprietăţi, de mai multe ori în cadrul unei reţele. O rezolvare mai elegantă, după părerea noastră, ar putea viza, pe lângă ponderarea relaţiilor dintre *exemplarele* unei categorii, şi pe aceea a relaţiilor dintre aceste *exemplare şi proprietăţile lor*. Proprietăţile unui exemplar care se manifestă la fiecare apariţie a acestuia sunt mai puternic asociate, deci mai uşor de reamintit decât altele. Tăria asociaţiilor este diferită, fapt ce trebuie exprimat prin ponderarea arcelor din reţeaua semantică. Pe scurt, ponderarea relaţiilor de subordonare şi predicaţie duce la flexibilizarea reţelei semantice, făcând-o capabilă să explice şi să prezică idiosincrasiile individuale în organizarea cunoştinţelor. Bazate iniţial pe un model logic al relaţiilor dintre cunoştinţe, prin ajustarea la constrângerile experimentale, reţelele semantice devin tot mai flexibile, având o validitate psihologică crescută. Ele pot oferi o descriere tot mai precisă a modului de organizare a cunoştinţelor.

A treia corecţie majoră adusă reţelelor semantice vizează *asimetria asociaţiilor*. Una este tăria asociaţiei de la un nod x la un nod (sau proprietate) y şi alta e cea de la y la x. De pildă, timpul de latenţă pentru a „asocia liber" de la „rechin" la

„periculos" e diferit faţă de intervalul de timp pentru a porni de la „periculos" şi a ajunge la „rechin". Aceasta înseamnă că relaţiile din reţeaua semantică trebuie nu numai ponderate, ci şi *bidirecţionate. Între orice două noduri există relaţii în ambele direcţii, ponderate diferit.* Cazul în care aceste ponderi sunt identice - în care se poate asocia la fel de rapid de la oricare dintre noduri la celălalt - e un caz particular. Asimilarea tuturor acestor constrângeri în reprezentarea de tip reţea a modului de organizare a cunoştinţelor a generat apariţia unui nou tip de reţele diferite de cele semantice - reţele neuronale. Modelarea organizării cunoştinţelor prin reţele neuronale şi relaţiile dintre acestea şi reţelele semantice vor fi abordate în (7.3).

7.2.5. Scheme cognitive

7.2.5.1. Definiţie şi caracteristici

Aserţiunile sau propoziţiile sunt unităţi minimale de organizare a cunoştinţelor. Ele nu sunt însă singurele. Aşa cum o situaţie complexă nu poate fi descompusă în componente minimale fără a afecta proprietăţile ei, e de presupus ca reprezentările mentale aferente acestor situaţii să fie ireductibile integral la reprezentări atomare. De pildă, o casă poate fi descompusă în componentele sale : pereţi, uşi, geamuri etc., ce ar putea fi traduse în judecăţi sau propoziţii logice, cu una sau mai multe predicate şi variabile. Realizând o astfel de descompunere, s-ar pierde *modul de relaţionare* a elementelor, adică exact ceea ce le face să reprezinte o casă. În genere, o mulţime de elemente aflate în contiguitate spaţială sau temporală sunt reprezentate prin structuri cognitive specifice. *Unei mulţimi organizate de elemente din realitate îi corespunde un bloc organizat de cunoştinţe ireductibil la componentele sale.* Aceste blocuri organizate de cunoştinţe se numesc scheme cognitive.

Sintagma de schemă cognitivă sau mentală a fost frecvent utilizată, începând cu Kant, trecând prin psihologia gestaltistă şi epistemologia genetică a lui J. Piaget până la inteligenţa artificială (Minsky, 1975). O abordare istorico-critică a acestor utilizări depăşeşte cadrul lucrării de faţă. Ne mărginim să delimităm doar între semnificaţia termenului de schemă sau structură utilizat de J. Piaget, prin care el înţelege o structură *operatorie*, o grupare de operaţii (cum e grupul de cuaternalitate INRC, de pildă) şi accepţiunea cu care el circulă în psihologia cognitivă şi inteligenţa artificială - *ca ansamblu organizat de cunoştinţe. Schema cognitivă constă într-o structură generală de cunoştinţe, activate simultan, corespunzând unei situaţii complexe din realitate.*

Principalele caracteristici ale schemelor cognitive sunt expuse mai jos.

1. *Schemele cognitive sunt blocuri de cunoştinţe insecabile şi autonome în raport cu alte informaţii.* O schemă cognitivă cuprinde o mulţime de cunoştinţe nu numai despre elementele unei situaţii, ci şi despre relaţiile lor reciproce. Aceste relaţii nu sunt de ordin conceptual ca în cazul reţelelor semantice, ci sunt relaţii *tipice*. Ele arată modul tipic în care sunt asociate diferite elemente sau componente ale unei

situaţii complexe. Încercaţi, cu titlu de exerciţiu, să notaţi ce vă vine imediat în minte după ce citiţi cuvântul: „vânzător". Dar după lectura cuvântului „unt"? Dar după lectura cuvântului „săpun"?

Veţi fi de acord că termenii care vă vin în minte, prin asociaţii libere, nu sunt randomizaţi. Nu ne poate „veni în minte" orice alt cuvânt, ci doar acelea care se află într-o anumită legătură cu cuvântul-amorsă. De pildă, e foarte probabil ca după „vânzător" să vă fi reamintit cuvântul „cumpărător", „untul" să-l asociaţi cu „pâinea", iar „săpunul" cu „apa". Între aceste conţinuturi nu există relaţii semantice, dar ele se asociază în mod tipic cu o anumită contiguitate spaţială sau temporală. De obicei, lângă un vânzător se află un cumpărător, untul se pune pe pâine, iar apa şi săpunul sunt foarte frecvent întâlnite împreună. Aşadar, o serie de cunoştinţe sunt organizate în memorie pe baza relaţiilor *tipice*, uzuale, dintre elementele pe care le denotă. Aceste organizări formează structuri cognitive care sunt insecabile, adică ireductibile la părţile lor componente. În plus, structurile cognitive sunt relativ autonome, impermeabile la alte cunoştinţe. De pildă, oricare dintre blocurile de cunoştinţe despre ce înseamnă să mergi la cinema sau să iei micul dejun sau să mergi la dentist sunt autonome unele faţă de altele. Conexiunile dintre aceste blocuri de cunoştinţe sunt foarte slabe. E sugestiv să ne imaginăm structurile noastre cognitive ca nişte „insule de organizare", distincte unele faţă de altele. Spre deosebire de concepte care nu se pot defini decât în interiorul unei reţele semantice, prin raportarea la alte conţinuturi conceptuale, o structură cognitivă se defineşte prin ea însăşi, nu reclamă raportarea la alte cunoştinţe.

2. *Structurile cognitive denotă situaţii complexe.* Ele nu descriu proprietăţile (intrinsece) unui obiect; acest gen de cunoştinţe se pot organiza sub forma reţelelor propoziţionale. Structurile sau schemele cognitive exprimă contextul în care apar anumite elemente, modul în care sunt structurate astfel încât formează un anumit tip de situaţie sau de scenă. De pildă, ansamblul de cunoştinţe despre cum să cumperi mobilă denotă o situaţie complexă în care „componentele" situaţiei – cumpărătorul, vânzătorul, mobila – intră în diverse relaţii: vânzătorul prezintă mobila şi preţul; cumpărătorul o verifică, compară preţul cu calitatea, plăteşte etc.

3. *Schemele sunt structuri generale şi abstracte.* Structurile cognitive nu se aplică numai la o singură situaţie, ci la un tip de situaţii. În schema de cumpărare a mobilei nu contează ce fel de mobilă cumpărăm, care e vârsta şi sexul cumpărătorului sau vânzătorului, adresa şi numărul lor de buletin, fabrica ce a produs mobila, tipul de bancnote în care cumpărătorul plăteşte vânzătorului etc. Această structură se aplică la o clasă întreagă de situaţii, la o situaţie-stereotip, nu la o situaţie individualizată.

Structurile cognitive sunt *organizate ierarhic*. În vârful unei scheme de cunoştinţe se află cunoştinţele certe, valabile în orice caz particular al situaţiei respective. Ele constituie „nucleul tare" al schemei. Spre periferie cunoştinţele devin mai puţin certe, variabile în funcţie de cazurile particulare. Pe scurt, schema este formată dintr-un „nucleu tare" şi un set de cunoştinţe variabile, care se specifică în fiecare situaţie în parte. De pildă, cunoştinţele noastre despre o *sală de curs* sunt organizate

într-o schemă cognitivă. Ştim, de exemplu, că o astfel de sală are pereţi, geamuri, acoperiş (tavan), bănci şi o tablă. Acestea sunt cunoştinţe fixe, valabile (aproape) pentru orice sală de curs. Dacă băncile sunt aşezate în formă de amfiteatru sau nu, dacă tabla este în dreptul catedrei sau lateral, dacă e vorba de o catedră pe un postament sau nu, dacă e vopsită, dacă e mare sau mică etc. sunt cunoştinţe nespecificate în schema noastră cognitivă. Ele se vor concretiza diferit în situaţii diferite. Structurile cognitive asimilează o situaţie – ne ajută să o recunoaştem şi să o înţelegem – prin punerea ei în corespondenţă cu nucleul tare al schemei, apoi prin specificarea cunoştinţelor variabile, nespecificate. Să presupunem că deschidem uşa şi intrăm într-o încăpere. Vedem că are bănci, catedră, tablă. Atunci o asimilăm schemei cognitive „sală de curs". Apoi specificăm variabilele schemei respective. De exemplu, vom spune că este o sală de curs goală, fără cursanţi, că băncile sunt în formă de amfiteatru, că tabla e plină de formule matematice etc.

Activarea schemei cognitive se poate realiza pe mai multe căi. De pildă, se poate amorsa prin prezentarea *etichetei lingvistice* corespunzătoare. Sintagma „sală de curs" e suficientă pentru a ne activa cel puţin cunoştinţele generale, abstracte, din nucleul tare al schemei corespunzătoare. Apoi, *contextul* în care ne aflăm la un moment dat poate determina şi el activarea structurii cognitive. De pildă, în contextul în care ne plimbăm pe coridoarele Universităţii, în faţa unei uşi mari ni se activează mai intens schema „sală de curs" sau „birou" sau „laborator" decât alte scheme (de pildă „sală de biliard", „bazin de înot", „bar" etc.).

O altă cale de activare a structurii cognitive vizează *caracteristicile situaţiei* sau ale stimulilor pe care le percepem la un moment dat.

De pildă, dacă ne trezim după un somn îndelungat şi ne vedem întinşi pe pat într-o încăpere văruită în alb, igienizată, cu miros de medicamente, iar piciorul nostru e pus în ghips, ni se activează schema „salon de spital", între elementele căreia sunt cuprinse o parte din aceste caracteristici.

Cel mai adesea activarea schemei se face prin efectul conjugat al tuturor factorilor menţionaţi mai sus.

O schemă cognitivă este cuprinsă într-una mai generală, cu un grad mai mare de generalizare. De pildă structura de cunoştinţe despre o „vizită la dentist" este inclusă în schema „vizită la medic", care e inclusă în schema „consultaţie" etc. Din cele menţionate anterior rezultă în ce constă caracterul general abstract, organizat ierarhic, al schemelor cognitive.

4. *Schemele sunt modalităţi de organizare a cunoştinţelor declarative.* Cunoştinţele grupate într-o structură cognitivă nu sunt legate de o utilizare anume. Ele sunt cunoştinţe despre fapte sau stări de lucruri, nu despre o procedură sau un anumit tip de proceduri. O schemă poate avea însă mai multe utilizări: pentru a înţelege un text, pentru predicţia unui comportament sau a unei evoluţii posibile a stării de lucruri etc.

7.2.5.2. Interpretarea şi selecţia informaţiei prin schemele cognitive

O dată structurate, schemele cognitive intervin activ în procesarea informaţiei. De altfel, tocmai datorită efectelor lor asupra procesării informaţiei s-a ajuns la postularea existenţei schemelor cognitive. În acest caz, în psihologia cognitivă s-a întâmplat un fenomen similar cu cele din astronomie: dacă traiectoria unui corp astral suferă o abatere de la cea prezisă prin calcul, se postulează existenţa unui alt corp care i-a perturbat deplasarea. Similar, existenţa unor perturbări sau omisiuni sistematice în reproducerea unor cunoştinţe a dus la postularea existenţei unor scheme cognitive responsabile de aceste distorsiuni. Deci existenţa schemelor cognitive se motivează prin efectele lor asupra *selecţiei* şi *interpretării informaţiei*.

Impactul schemei cognitive asupra *selecţiei* itemilor procesaţi a fost pus în evidenţă printr-un experiment efectuat de Brower şi Treyens (Bower, 1981). Ei au solicitat unui lot de 30 de subiecţi să aştepte în biroul unuia dintre experimentatori sub un pretext oarecare. După 35 de secunde subiecţii au fost rugaţi să revină în sala de seminar şi să ofere în scris o descriere cât mai acurată a celor văzute în biroul respectiv. Analizând ulterior aceste descrieri, s-a constatat că subiecţii eludează în mod sistematic menţiunile despre o serie de itemi care fuseseră prezenţi efectiv în birou, dar erau atipici, nu făceau parte din schema cognitivă a biroului. De pildă, doar 8 dintre subiecţi menţionau prezenţa unui calendar şi a unui craniu pe unul dintre rafturi. Pe de altă parte, se constată menţionarea unor itemi care nu existau efectiv în birou, dar care făceau parte din schema cognitivă a acestuia. De exemplu, 9 subiecţi considerau că în birou se aflau cărţi, când, de fapt, acestea lipseau. Itemii care corespundeau schemei cognitive erau reproduşi cu frecvenţa cea mai mare: 29 din cei 30 de subiecţi relatau despre prezenţa scaunului, a mesei de lucru, a pereţilor etc. Impactul schemelor cognitive asupra selecţiei şi reamintirii selective a itemilor memoraţi a fost pus în evidenţă şi printr-un alt experiment efectuat de Pichert şi Anderson (1977). Ei au construit un text în care era prezentat, din perspectiva unui ghid, interiorul unei locuinţe. Înainte de a oferi spre lectură acest text subiecţilor experimentali, ei au fost împărţiţi în trei grupuri: a) un grup care trebuia să citească textul din perspectiva unui hoţ, care urma să plănuiască o spargere la adresa respectivă; b) un grup care trebuia să adopte perspectiva unui cumpărător, interesat să cumpere locuinţa; c) în fine, un grup căruia i se prezenta textul fără nici o altă instrucţiune.

Ulterior, când subiecţii au fost solicitaţi să relateze tot ceea ce-şi reamintesc din textul respectiv, s-a constatat că relatările lor erau puternic influenţate de perspectivele pe care le-au adoptat. „Hoţii" îşi reaminteau mai ales acele detalii care ar fi fost relevante pentru o viitoare spargere, deci consistente cu schema cognitivă a spărgătorului, ignorând itemii mult mai importanţi dar nerelevanţi. „Cumpărătorii", la rândul lor, îşi reaminteau preponderent acele aspecte care erau congruente cu schema cognitivă a unui virtual cumpărător al locuinţei respective.

Pe baza celor două tipuri de date experimentale, *să conchidem că schema cognitivă favorizează procesarea selectivă a informaţiei, ducând la inferarea unor*

itemi inexistenţi dar consistenţi cu schema respectivă, la eludarea unor itemi prezenţi dar inconsistenţi cu schema şi la procesarea şi stocarea preferenţială a itemilor identificaţi ca elemente ale schemei. Aceste efecte pot fi constatate în mod cotidian. Absenţa unor itemi dintr-un mediu în care ei apar în mod obişnuit este mai greu de observat; prezenţa unor itemi într-un context neuzual este repede semnalată. Unul dintre prietenii autorului şi-a scos toate uşile interioare ale apartamentului său. Foarte puţini dintre vizitatorii săi au remarcat acest lucru, iar aceştia au semnalat absenţa doar când doreau să închidă uşa în camera în care intrau.

Activarea unor scheme cognitive generează inferenţe şi supoziţii despre semnificaţia unui eveniment. Această *interpretare* pe baza schemei unui eveniment devine parte integrantă a reprezentării mentale a evenimentului respectiv. Să presupunem că vedem o persoană în faţa agenţiei de voiaj CFR care intră, cumpără un bilet până la Bucureşti şi apoi consultă orarul plecărilor trenurilor din Cluj. Imediat interpretăm aceste comportamente pe baza unei scheme mai generale: a pleca cu trenul la Bucureşti, şi facem inferenţa că persoana respectivă intenţionează să călătorească la Bucureşti. Vom exemplifica mai jos modul în care schemele cognitive ne ajută să interpretăm stimulii verbali.

Citiţi următorul text: „Înainte de a se întâlni cu doctorul X, Y intră într-o încăpere cochet mobilată. Câteva persoane, aşezate în fotolii comode citeau diverse pliante colorate. O tânără zâmbitoare îl invită în altă încăpere, unde, după ce modifică poziţia scaunului, doctorul X îl pofti să se aşeze".

Înainte de a citi mai departe, răspundeţi la următoarele întrebări: Ce fel de doctor era X? Ce fel de încăpere este cea în care a intrat Y? Cine sunt persoanele care aşteptau? Care e conţinutul acestor pliante? Cine e tânăra zâmbitoare? Despre ce fel de scaun este vorba?

Există câteva elemente amorsă în text care activează o anumită schemă cognitivă. Dacă răspunsurile pe care le-aţi dat sunt tipice sau asemănătoare cu cele pe care mi le-au oferit studenţii mei, atunci schema activată este „vizita la dentist". Amorsele cele mai importante sunt „doctorul" şi „reglarea scaunului". Pe baza activării schemei respective interpretăm, fără probleme deosebite, întregul text. Y intră în *sala de aşteptare* de la *cabinetul dentistului* unde o mulţime de *pacienţi*, aşteptându-şi rândul, răsfoiau pliante cu conţinut *medical (stomatologic)*. Tânăra *asistentă* a doctorului X îl pofteşte în cabinet, unde doctorul îl invită pe *scaunul stomatologic*. Aşadar, evenimentul este interpretat pe baza schemei cognitive accesate datorită unor informaţii aluzive (amorse) din text. *A interpreta un text înseamnă, de fapt, a-l prelucra astfel încât elementele sale să-şi găsească locul într-o schemă mai generală.* Pe scurt, *interpretarea este asimilarea la o schemă cognitivă.*

Citiţi acum propoziţia: „Y urma să participe la un experiment psihologic vizând efectul electroşocurilor de intensitate redusă asupra memoriei imagistice", apoi reluaţi lectura vechiului test. Încercaţi să răspundeţi la aceleaşi întrebări ca şi după prima lectură. De această dată, caracteristicile textului ne activează o cu totul altă schemă cognitivă, care determină o altă interpretare a aceloraşi propoziţii. Înainte ca Y să se întâlnească cu *doctorul în psihologie* X, el intră în *anticamera*

laboratorului unde alţi subiecţi memorau diverse imagini. O *tânără colaboratoare a experimentatorului* îl invită în laborator unde Y îl pofti pe *scaunul electric*! De această dată amorsele din text au apelat la o nouă schemă cognitivă care a determinat un nou model al situaţiei respective. Textul rămâne doar un *pretext* al construcţiei reprezentării mintale în funcţie de schema cognitivă subiacentă. Anumite caracteristici ale textului activează o structură cognitivă care, apoi, integrează textul respectiv într-o schemă mai generală şi-i conferă semnificaţie. O serie de informaţii care nu sunt efectiv prezente în text sunt *inferate* pe baza schemei asimilatoare, astfel încât ulterior subiecţii nu mai pot discrimina dacă aceste informaţii au făcut parte efectiv din text sau au fost deduse din structura cognitivă corespunzătoare (vezi, de pildă, Bransford şi Frank, 1971). (Despre modul în care sunt utilizate schemele cognitive pentru înţelegerea unei probleme, cei interesaţi pot consulta Richard, 1990.)

Să mai menţionăm că, în momentul în care se realizează interpretarea unui text sau a unei situaţii, componentele schemei cognitive sunt activate simultan. Într-un experiment menit să dovedească această idee (vezi Richard, 1990), subiecţii sunt puşi să memoreze un scenariu cu un număr variabil de secvenţe de acţiuni. Ulterior, subiecţii trebuiau să recunoască aceste secvenţe. Se constată o creştere semnificativă a timpului de recunoaştere o dată cu creşterea numărului de acţiuni memorate care nu puteau fi inferate din schema de acţiune. Timpul de reacţie rămâne practic neschimbat dacă numărul de acţiuni anterior memorate, deşi argumentat, viza acţiuni corespunzătoare scenariului. Ceea ce denotă că acţiunile cuprinse într-o schemă cognitivă (= scenariu) formează un bloc de cunoştinţe activate concomitent. Activarea e iniţiată de o serie de amorse prezente în configuraţia stimulului. Pentru un text, de pildă, *titlul* acestuia are un rol privilegiat în amorsarea schemei.

7.2.6. Scenariul cognitiv

Un scenariu este un caz special de schemă cognitivă, particularizat la o mulţime de evenimente organizate serial. Mai precis, un scenariu (script) este o structură de date/cunoştinţe care descriu o *secvenţă tipică de evenimente, corespunzătoare unui anumit context*. El are un „nucleu tare" format din macroacţiuni sau *scene* relativ invariabile în raport cu situaţiile particulare. În acelaşi timp, scenariul conţine terminale formate din variabile nespecificate, care iau valori precise în situaţii particulare. Aproape toate comportamentele noastre de rutină sunt guvernate de scenarii referitoare la modul în care ele trebuie executate. „A lua masa la restaurant", „a împrumuta o carte de la bibliotecă", „a pregăti micul dejun", „a merge la dentist" etc. sunt numai câteva dintre scenariile care ne ghidează în mod cotidian comportamentul. Să luăm, ca exemplu, scenariul de *a lua masa la un restaurant*. El include mai multe personaje (consumatorul sau clientul, chelnerul şi bucătarul) care execută o serie de acţiuni într-o anumită ordine.

Scena 1. *Intrarea în restaurant*

Consumatorul intră în restaurant.
Consumatorul caută o masă liberă.
Se îndreaptă singur spre o masă liberă.
Aşteaptă să-l conducă chelnerul la o masă liberă.
Consumatorul se aşază la masă.

Scena 2. *Comandarea meniului*

Clientul cheamă chelnerul.
Clientul îi cere un meniu.
Chelnerul îi aduce meniul.
Clientul consultă meniul.
Clientul comandă meniul.
Chelnerul notează.
Chelnerul merge la bucătărie.
Chelnerul comandă bucătarului meniul.
Bucătarul pregăteşte meniul.
Chelnerul preia meniul.

Scena 3. *Consumul*

Chelnerul serveşte meniul.
Clientul consumă.

Scena 4. *Achitarea consumului*

Clientul cere nota de plată.
Chelnerul întocmeşte nota.
Chelnerul prezintă nota clientului.
Clientul plăteşte.
Lasă bacşiş.
Chelnerul mulţumeşte.

Scena 5. *Plecarea*

Clientul iese din restaurant.
Clientul iese singur din restaurant.
Clientul aşteaptă să fie condus spre ieşire.

Aşadar, scenele care sunt prezente în scenariul cognitiv sunt macroacţiuni, valabile întotdeauna într-un scenariu de genul „a merge la restaurant": intrarea clientului, comanda meniului, consumul, plata, plecarea. Acestor scene le sunt subordonate altele, care au propriile lor acţiuni componente ş.a.m.d. (subordonarea este exprimată prin deplasarea spre dreapta a „liniilor" scenariului). În afară de relaţiile „pe verticală" de subordonare ierarhică, între evenimentele din scenariu se stabilesc şi relaţii de ordonare temporală: anumite acţiuni urmează strict altor acţiuni. De pildă, achitarea notei şi lăsarea bacşişului nu se fac înaintea consultării meniului.

Comportamentul nostru în condiţiile în care dorim să luăm masa la restaurant este ghidat de aceste scenarii. În scenariu nu se specifică cum trebuie să ne comportăm într-un restaurant chinezesc, de pildă, dar acţiunile pe care trebuie să le întreprindem în acest caz rezidă din specificarea unora dintre „nodurile terminale" ale scenariului, în condiţiile în care macroacţiunile rămân invariabile. Scenariile sunt rezultatul unei învăţări sociale. Menţinerea lor este garantată de un set de contingenţe (= întăriri pozitive sau negative) care acţionează asupra actorilor, încât aceştia respectă scenariul. De regulă, scenariile conţin secvenţa de acţiuni cea mai eficientă pentru a atinge un scop într-un anumit context. Există însă şi scenarii susţinute în mod artificial prin manipularea contingenţelor, care nu includ acţiunile cele mai eficace. Structurile birocratice îşi fac adesea „o specialitate" din a crea scenarii cât mai întortocheate şi ineficiente pe care le susţin prin setul de întăriri pozitive sau negative pe care le aplică personajelor. Dacă un scenariu este bine învăţat - printr-o învăţare intenţionată sau accidentală, neintenţionată -, controlul lui asupra comportamentului se realizează cvasiautomat. Apariţia unei situaţii ne activează un anumit scenariu care induce apoi o serie bine determinată de comportamente. „Abandonarea" în scenariu, renunţarea la controlul conştient al comportamentului duce la importante economii de resurse din partea subiectului. În acelaşi timp însă ea poate genera şi erori sau comportamente inadecvate. Heckhausen şi Beckman (1990) citează o anecdotă referitoare la celebrul matematician şi logician D. Hilbert: „D-na Hilbert, aşteptând musafiri la cină, a observat că soţul său nu şi-a pus cea mai potrivită cravată. Drept pentru care l-a trimis în dormitor să şi-o schimbe. Musafirii sosiseră de mult, dar celebrul matematician întârzia să apară. Luând seama la ce s-a întâmplat, d-na Hilbert şi-a găsit soţul dezbrăcat în pat, dormind un somn adânc".

Această întâmplare este un bun exemplu despre puterea scenariilor îndelung repetate. Prezenţa sa în dormitor, la o oră de seară, i-a activat lui Hilbert scenariul de a merge la culcare. Subactivându-se scopul iniţial al comportamentului său, matematicianul distrat s-a conformat scenariului. Folclorul ştiinţific abundă în astfel de anecdote despre cercetători distraţi.

Care este realitatea psihologică a acestor scenarii? Ce dovezi experimentale avem asupra existenţei şi caracteristicilor lor? Bower şi colab. (1973) au întreprins o serie de investigaţii pentru a proba realitatea psihologică a acestora. Există mai multe metode de a pune în evidenţă acest lucru.

Una dintre metode constă în a solicita un grup de subiecţi să menţioneze un anumit număr de evenimente pe care ei le consideră tipice pentru anumite circumstanţe. De exemplu, care sunt primele 20 de evenimente ce au loc atunci când cineva ia masa la un restaurant. Evenimentele care sunt menţionate de majoritatea dintre ei, peste un anumit procentaj, sunt macroacţiunile sau scenele scenariului. Grupând apoi celelalte acţiuni pe mai multe tranşe, în funcţie de frecvenţa menţionării lor, se pot stabili diverse substructuri ale scenariului. De pildă, într-o cercetare efectuată de Bower şi colab. (1973) referitor la situaţia de a merge la restaurant, cel puţin 73% dintre subiecţi (N = 32) au menţionat: intrarea, aşezarea la masă, consultarea meniului, comanda, consumul, plata şi ieşirea; cel puţin 48% dintre ei au menţionat: discutarea meniului cu chelnerul, comandarea de băuturi sau lăsarea unui bacşiş;

cel puţin 25% dintre ei au menţionat evenimente ca: terminarea felului întâi, băutul de apă minerală, ridicarea hainelor de la garderobă etc. Pe baza acestor secvenţe se pot stabili scenele de bază sau macroacţiunile (peste 73%), acţiunile tipice din cadrul fiecărei scene (peste 48%) şi comportamentele mai puţin tipice (peste 25%). Fireşte, pragurile respective sunt variabile, în funcţie de decizia experimentatorului şi de modul de grupare a frecvenţelor. Ideea de bază este însă aceeaşi: în funcţie de diverse praguri de frecvenţă se stabileşte ierarhia scenariului, iar din analiza evenimentelor menţionate se stabileşte ordonarea lor temporală tipică.

O altă metodă de investigare a scenariilor cognitive vizează efectul lor asupra reamintirii unor povestiri. O povestire conţine, practic, o suită de acţiuni efectuate într-o anumită circumstanţă, adică un scenariu. Subiecţilor din lotul experimental li se prezintă o astfel de povestire din care lipsesc însă unele acţiuni tipice pentru o anumită situaţie. Ulterior, li se cere subiecţilor să relateze cât mai multe lucruri pe care şi le reamintesc din povestirea respectivă. Dacă subiecţii posedă un scenariu referitor la acea situaţie, acesta se va face simţit în reproducerea textului, în felul următor: (a) o serie de acţiuni tipice dar care nu erau menţionate în povestire vor apărea în relatările subiecţilor, ei considerând că au fost efectiv prezente în textul iniţial; (b) evenimente prezente în povestirea iniţială dar atipice pentru scenariul corespunzător nu vor fi reamintite sau rata reproducerii lor va fi scăzută. Aceste lucruri au fost constatate experimental de Schank (1982), Bower şi colab. (1979) etc. Pe scurt, memoria pentru povestiri sau întâmplări este determinată de scenariile corespunzătoare de care dispune subiectul. Scenariile organizează atât povestirile sau întâmplările altora în mintea noastră (= memoria semantică), cât şi propriile noastre întâmplări (= memoria episodică).

7.3. Modelarea conexionistă a bazei de cunoştinţe

Modelarea conexionistă a cunoştinţelor din memorie se realizează prin *reţelele interactive* (1.4.2). Cunoştinţele se consideră că sunt distribuite pe conexiunile dintre unităţile reţelei. Reţeaua are atât unităţi vizibile (= care pot fi accesate din mediul reţelei), cât şi unităţi ascunse (= care pot fi accesate numai prin intermediul unităţilor vizibile). Fiecare nod al reţelei conţine câte un item de informaţie, cunoştinţele despre un anumit obiect rezultând din interacţiunea acestora. Unităţile reţelei codează fiecare informaţie printr-o valoare de activare. Aşadar, nodurile reţelei sunt formate din diverse valori de activare, nu de concepte, propoziţii, scene sau scenarii, ca în cazul modelărilor simbolice. Ca atare, ele nu au o semantică proprie, sunt *semantic-opace*. Dimpotrivă, oricare dintre componentele modelelor clasic-simbolice au o semantică proprie, pot fi puse în relaţie de semnificaţie cu un referent, de aceea ele sunt *semantic-transparente*. Subliniem încă o dată că exploratorul unei reţele neuronale îi poate asigura semnificaţii, poate stabili pentru fiecare nod ce anume reprezintă el. Dar această semnificaţie a reţelei este exterioară, nu este inerentă reţelei. Un alt explorator poate să acorde alte semnificaţii aceloraşi

noduri, din aceeaşi reţea. Ceea ce exploratorul are la îndemână este doar o matrice de valori de activare, modificabile în funcţie de valoarea netinputului. În plus, cunoştinţele pe care le poate reprezenta reţeaua la un moment dat depind de interacţiunea dintre nodurile ei.

Pentru a fi mai accesibili, vom prefera să discutăm pe marginea unui exemplu. Să presupunem că avem o listă de 27 de persoane, despre care cunoaştem iniţialele numelui şi prenumelui, sexul, vârsta, starea civilă, naţionalitatea şi opţiunea politică. Toate aceste date sunt cuprinse în tabelul 7.1.

Tabelul 7.1. *Informaţii socio-politice despre 27 de persoane*

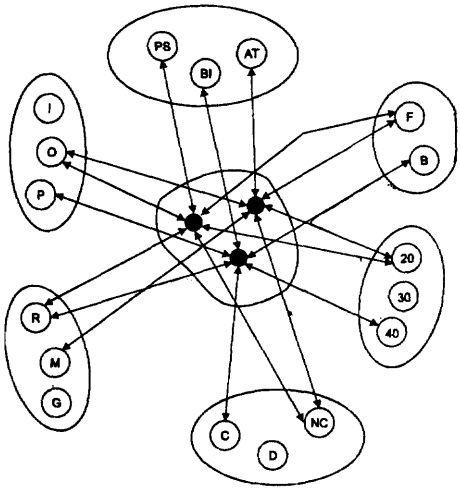
Pentru starea civilă, simbolurile: C = căsătorit; NC = necăsătorit; D = divorţat. *Pentru naţionalitate*: R = român; M = maghiar; G = german. *Pentru opţiunea politică*: O = susţinător al opoziţiei; P = susţinător al puterii actuale; I = indecis. *Pentru sex*: F = femeie; B = bărbat.

Nr. crt.	Numele	Sexul	Vârsta	Starea civilă	Naţionalitatea	Opţiunea politică
1	P.S.	F	20	NC	R	O
2	A.T.	F	20	NC	M	O
3	G.M.	F	30	D	G	I
4	K.S.	F	20	D	R	P
5	S.A.	F	20	D	M	I
6	R.G.	F	20	NC	R	I
7	P.B.	F	20	NC	R	I
8	R.S.	F	30	C	R	O
9	M.M.	B	30	NC	R	O
10	M.N.	F	40	D	M	O
11	G.N.	B	20	NC	G	O
12	G.P.	F	40	C	G	P
13	B.I.	B	40	C	R	P
14	L.B.	F	40	C	M	P
15	T.S.	B	40	C	M	P
16	V.G.	B	20	NC	R	O
17	S.M.	F	30	D	M	I
18	R.M.	B	40	D	G	O
19	R.V.	F	20	D	G	I
20	A.S.	F	30	NC	M	I
21	T.V.	F	40	NC	R	I
22	T.M.	B	30	C	R	O
23	S.T.	B	20	NC	R	P
24	N.B.	B	40	C	R	P
25	G.K.	B	40	D	R	P
26	N.I.	B	20	C	R	O
27	I.I.	B	30	C	R	I

Să presupunem apoi că am memorat informaţiile din tabelul respectiv. Cum sunt ele organizate în memorie? Cum putem să ni le reamintim? Ipoteza pe care o facem este că aceste cunoştinţe pot fi reprezentate în memorie sub forma unei reţele neuromimetice. Pentru a proba această ipoteză vom proceda în felul următor. Mai întâi vom construi o astfel de reţea, iar apoi vom studia comportamentul ei. Dacă acest comportament e similar cu datele rezultate din investigaţiile experimentale, ipoteza se validează sub aspect ecologic. Dacă poate fi simulată pe calculator – dobândeşte consistenţă internă.

Reţeaua va conţine următoarele noduri: 27 unităţi pentru a reprezenta numele şi prenumele persoanelor respective, 2 – pentru sex, 3 – pentru grupe de vârstă, 3 – pentru starea civilă, 3 – pentru naţionalitate şi 3 – pentru opţiunea politică. Toate acestea sunt *unităţi vizibile*. Lor li se adaugă încă 27 de *unităţi ascunse*, reprezentând fiecare dintre persoanele respective. Am decis ca ele să fie ascunse, deoarece nu pot fi accesate decât prin intermediul celor vizibile. Adică, dacă doreşti să afli informaţii despre o persoană X, acest lucru se poate realiza dacă cunoşti numele ei, sau opţiunea politică (şi dintre cei care au aceeaşi opţiune, treptat, vei selecţiona persoana căutată), sau sexul, starea civilă etc. Altfel spus, putem avea acces la informaţia despre o persoană având unul sau mai multe din aceste indicii. Nu putem să ne reamintim despre o persoană de pe listă ceva dacă nu-i cunoaştem nici numele, nici opţiunea politică, nici sexul, nici vârsta, nici naţionalitatea, nici starea civilă. Când ne reamintim sau ni se spune unul dintre aceşti itemi, prin asociere ne vin în minte, treptat, şi alte informaţii. Pe scurt, reţeaua este formată din 27 de unităţi ascunse şi 41 de unităţi vizibile, deci conţine 68 de neuromimi. Unităţile ascunse sunt conexate cu toate unităţile vizibile. Conexiunile dintre unităţile vizibile se realizează prin intermediul unităţilor ascunse. Figura 7.5 arată modul de realizare al acestor conexiuni (pentru simplificare s-au luat în considerare doar trei persoane).

Fig. 7.5. *Reţea interactivă reprezentând informaţiile despre trei persoane din tabelul 7.1.*



Proprietăţile pe care cele 27 de persoane le au (numele fiind considerat şi el ca o proprietate) sunt grupate în şase clustere, mutual exclusive. Elementele din interiorul aceluiaşi cluster se inhibă reciproc. O persoană este reprezentată printr-o unitate ascunsă, cuprinsă în blocul interior, care e conectată cu iniţialele numelui propriu şi cu celelalte caracteristici, reprezentate fiecare printr-un nod.

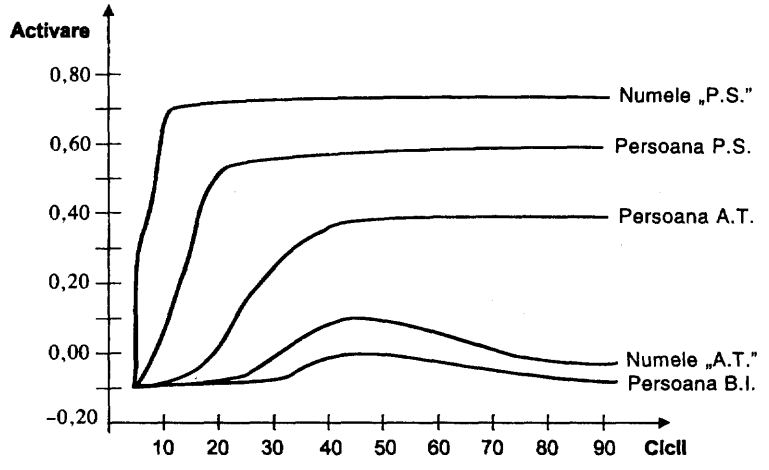
Dacă o unitate vizibilă este activată, atunci activarea ei se propagă în

reţea, activând celelalte caracteristici asociate. De pildă, dacă activăm numele B.I., prin inhibiţie laterală sunt subactivate celelalte nume proprii. Concomitent, valoarea de activare a unităţii B.I. se propagă în reţea, activând celelalte noduri (= proprietăţi): bărbat, 40 de ani, căsătorit, român, susţinător al puterii actuale. Putem activa însă şi un alt neuromim vizibil, de pildă, unitatea „R" (român). Această unitate va subactiva temporar unităţile M şi G. Activarea ei se va propaga în reţea. Se poate observa că această unitate este conexată cu trei din cele cinci unităţi ascunse, ca atare va ridica valoarea de activare a fiecăreia dintre acestea. La nivelul lor, ele vor difuza mai departe în reţea, activând şi alte unităţi vizibile. În acest fel se vor forma mai multe patternuri de activare (noduri şi conexiuni activate). Cu cât aceste patternuri vor fi mai asemănătoare, cu atât mai dificilă va fi discriminarea între cunoştinţele pe care le reprezintă. De exemplu, activând R, activarea se propagă la 3 unităţi ascunse. Acestea activează unităţile vizibile adiacente (vârsta, sexul, opţiunea politică, starea civilă, numele etc.). Întrucât P.S. şi A.T. diferă printr-un singur nod (legat de naţionalitate), patternurile lor de activare vor fi foarte asemănătoare. Aceleaşi lucruri pot fi exprimate şi într-un limbaj mai intuitiv. Dacă cineva ne spune numele unei persoane, ne vin în minte, treptat, şi alte caracteristici ale acesteia. Dacă cineva ne cere să ne reamintim toţi românii (R) aflaţi în tabel, ne va fi destul de greu să ne reamintim dacă A.T. este cetăţean român sau nu, deoarece el seamănă cu P.S. sub toate aspectele, mai puţin naţionalitatea. Aceeaşi sarcină va fi mult mai uşoară în cazul lui G.M., deoarece el diferă în mai multe privinţe (= are alt pattern de activare).

Pentru a explora această reţea, am utilizat programul *IAC* (*interactive activation and competition*) din capitolul 2 al cărţii lui McClelland şi Rumelhart (1988, pp. 39-41). Am stabilit intervalul de variaţie a valorilor de activare: [-0,20, +1]. Ponderea conexiunilor excitative era de +1, iar a celor inhibitive era de -1. Ecuaţiile de funcţionare a reţelei sunt cele descrise în 1.4. Restul de activare l-am stabilit la -0,10. Am stimulat unitatea P.S. cu un input extern având valoarea $u_i=0,44$. Întrucât restul de activare al unităţii P.S. era de -0,10 (ca şi al tuturor celorlalţi neuromimi), valoarea sa de activare după primul ciclu a crescut la 0,34. Această activare s-a propagat în reţea, activând unitatea ascunsă corespunzătoare, iar prin intermediul ei s-au activat celelalte proprietăţi, respectiv unităţile R, F, 20, NC şi O. Momentan, celelalte unităţi care codau numele proprii şi-au păstrat restul de activare sau au fost uşor inhibate. Unităţile care codau proprietăţile lui P.S. au rezonat activând unităţile ascunse care aveau aceleaşi proprietăţi. De exemplu, unitatea O a activat toate unităţile ascunse care aveau această proprietate. În mod similar s-au petrecut lucrurile şi cu celelalte noduri care codau celelalte proprietăţi. Unităţile ascunse, la rândul lor, rezonează şi retransmit activarea la unităţile vizibile. Ca atare, de pildă, unitatea ascunsă corespunzătoare lui A.T., primind inputuri de la unităţile: F, 20, NC şi O - activate datorită stimulării lui P.S., retransmite activarea aceloraşi unităţi dar, în plus, şi numelui lui A.T., anterior inhibat prin activarea numelui lui P.S. După al cincisprezecelea ciclu se activează unitatea ascunsă corespunzătoare lui A.T., iar după al douăzeci şi doilea ciclu - numele „A.T.". Valoarea

lor de activare nu depăşeşte însă activarea unităţilor corespunzătoare lui P.S. Ea este însă mai mare decât valoarea de activare a numelui „B.I.", deoarece persoana B.I. are doar o singură proprietate similară cu P.S. - codată de unitatea R. Deci, patternul de activare a lui P.S. se deosebeşte net de patternul lui B.I., dar este asemănător cu cel al lui A.T., deoarece implică aceleaşi unităţi, cu excepţia uneia. Dată fiind excitarea numelui lui P.S., potrivit regulii lui Hebb, patternul corespunzător lui P.S. devine cel mai activat. Întreaga reţea intră în echilibru (= activarea nu mai creşte la o nouă mărire a inputului), după aproximativ 45-50 de cicli. Figura 7.6 arată cum se modifică valoarea de activare a unităţilor pentru numele lui P.S., persoana P.S., numele A.T., persoana A.T. şi persoana B.I.

Fig. 7.6. *Modificarea valorii de activare în funcţie de numărul de cicli pentru unităţile „P.S.", P.S., „A.T.", A.T. şi B.I.*



Aşadar, activând un nod al reţelei (un item), prin intermediul unor unităţi ascunse se vor activa alte noduri (alţi itemi). Itemii care sunt activaţi nu sunt selectaţi întâmplător, ci pe baza conexiunilor sau asocierilor lor anterioare şi în funcţie de tăria acestor asocieri. Modelarea conexionistă concordă cu datele experimentale referitoare la distincţia dintre memoria de lucru şi memoria de lungă durată ca diferenţă dintre nivelul de activare a cunoştinţelor. Aceste date au fost prezentate în 6.2-6.3. Unităţile cu valorile de activare cele mai ridicate formează memoria de lucru, în vreme ce unităţile slab activate formează memoria de lungă durată.

Cunoştinţele care devin mai activate variază în funcţie de sarcina cu care se confruntă subiectul sau nivelul său motivaţional. Aceasta este echivalent cu a spune că activarea depinde de netinputul pe care unităţile cognitive îl primesc. Tot experimental s-a dovedit faptul că interferenţa (deci şi rata erorilor la recunoaştere şi reproducere) este mai ridicată între cunoştinţele sau itemii de acelaşi fel. Or, aşa cum s-a văzut, modelul conexionist prezentat putea reproduce acest lucru. Cu cât două cunoştinţe erau mai asemănătoare (ex: cele legate de P.S. şi A.T.), cu atât

patternurile lor de activare erau mai apropiate, antrenând multe unităţi cognitive comune, deci interferenţa era mai puternică. Cu cât două cunoştinţe erau mai neasemănătoare (ex.: patternul de activare a lui P.S. comparativ cu patternul corespunzător lui B.I.), cu atât probabilitatea de a le confunda (= rata erorii) era mai mică.

În plus, modelarea conexionistă a bazei de cunoştinţe are plauzibilitate neuronală. Această idee se poate argumenta în două feluri. Întâi, rezultatele experimentale din neurochimia memoriei au dovedit că memoria de lungă durată se asociază cu formarea de noi butoni postsinaptici, care întăresc conexiunile dintre neuroni. Or, în mod similar, într-o reţea neuromimetică, cu cât tăria conexiunilor dintre anumite unităţi este mai ridicată, cu atât mai mult rezistă la alte modificări ce au loc în reţea, cu atât mai uşor dobândesc valoare de activare maximă (= „sunt reamintite") în condiţiile unei stimulări externe.

În al doilea rând, se cunoaşte că pierdem zilnic neuroni, iar conexiunile dintre ei se deteriorează fără să ne pierdem (în aceeaşi proporţie) memoria. Acest fenomen poate fi simulat pe modelele conexioniste. În reţeaua prezentată anterior, din cele 1062 de conexiuni ale reţelei am distrus, la întâmplare, 53 (adică 5% dintre ele). Am stimulat din nou nodul „P.S." (numele lui P.S.) cu aceeaşi valoare a netinputului. Am constatat că activarea unităţii ascunse corespunzătoare şi a încă două dintre proprietăţile sale (vârsta şi sexul) s-a realizat în acelaşi număr de cicli ca şi în condiţiile integrităţii reţelei. Celelalte trei proprietăţi au reclamat cu 3-6 cicli mai mult decât înainte, adică o diferenţă nesemnificativă.

Să mai adăugăm că reţeaua şi-a probat şi consistenţa internă prin simularea ei pe calculator. Glosând pe marginea acestui exemplu, să conchidem că reţelele neuromimetice pot constitui o modelare plauzibilă neuronal şi ecologic a bazei de cunoştinţe din sistemul cognitiv uman.

7.4. O evaluare succintă

Analiza comprehensivă a avantajelor şi dezavantajelor fiecăruia dintre modelele prin care s-a încercat descrierea modului de organizare a cunoştinţelor în memorie ar fi un obiectiv prea ambiţios, mult peste puterile unui singur om. Ca atare, ne mulţumim să punctăm câteva aspecte care ni se par mai importante.

În primul rând, modelele organizării bazei de cunoştinţe (reţele semantice, reţele propoziţionale, scheme şi scenarii cognitive, reţele neuronale) nu trebuie văzute ca fiind într-o competiţie acerbă a cărei miză ar fi explicarea globală a structurării bazei de cunoştinţe. Sistemul cognitiv posedă cunoştinţe atât de diverse, iar modurile de dobândire a lor sunt atât de variate, încât este improbabilă existenţa unei organizări unice, a unui mecanism unic de organizare a cunoştinţelor. De pildă, într-un fel organizăm cunoştinţele de botanică, despre împărţirea pe genuri, specii şi subspecii a unei plante, în alt fel cunoştinţele despre cum trebuie să deschidem un cont la bancă şi, probabil, în alt fel cunoştinţele de psihologie cognitivă. În primul

caz, reţeaua semantică pare a fi organizarea cea mai eficace ; în al doilea - scenariul, iar în a treia situaţie - reţelele propoziţionale. Pe de altă parte, în mod obişnuit, chiar materialul pe care îl memorăm are propria sa organizare. Foarte rar ni se întâmplă să învăţăm şiruri de cifre sau cuvinte sau perechi aleatorie de cuvinte şi cifre. De regulă, învăţăm un curs pentru examen, o poezie pentru serbarea şcolară, un text de lege pentru o pledoarie juridică etc. Toate acestea sunt *deja* structurate, au o anumită organizare. Iar modul în care *ele* sunt organizate influenţează modul în care *noi* le structurăm în memorie.

Organizarea sau, mai exact, organizările bazei de cunoştinţe depind nu numai de interacţiunea cu materialul care trebuie memorat, ci şi de interacţiunea cu *mediul* în care se desfăşoară memorarea. Altfel cum ne-am putea explica dependenţa performanţelor mnezice de congruenţa mediului fizic din momentul reactualizării cu mediul fizic din momentul memorării (vezi 6.6.1.1, Hirst şi Manier, sub tipar). Rezultă că organizarea bazei de cunoştinţe este rezultanta interacţiunii dintre sistemul cognitiv şi mediul său (inclusiv structura materialului de memorat). Ea nu se desfăşoară numai *în* mintea noastră, ci şi la *interfaţa* dintre noi şi mediul în care trăim. Oricare din modelele prezentate pe parcursul acestui capitol surprinde organizări *locale* ale cunoştinţelor, descrie câte un tip de structurare a materialului din memorie. Probabil multe alte organizări sunt posibile, dar elaborarea unui model globalist unic ni se pare un ideal himeric, ba chiar în contradicţie cu versatilitatea de care dă dovadă sistemul cognitiv uman în organizarea cunoştinţelor de care dispune.

În al doilea rând, modelările simbolice şi cele neuromimetice par a surprinde niveluri diferite de organizare a aceloraşi cunoştinţe. Modelele simbolice descriu modul de organizare a cunoştinţelor aşa cum apar ele la interfaţa dintre sistemul cognitiv şi mediu, iar modelele subsimbolice, conexioniste, surprind organizarea cunoştinţelor la interfaţa cu structurile neurobiologice. De aici nerelevanţa modelelor simbolice pentru cercetătorii din neuroştiinţe. Tot de aici rezultă nerelevanţa reţelelor neuromimetice pentru modul de organizare a cunoştinţelor legate de comportamentul social (ex. : schimbarea atitudinilor, percepţia celuilalt, etnostereotipurile etc.). În loc să fim deconcertaţi de diversitatea modelelor, mai bine să luăm seama la diversitatea şi *complementaritatea* lor. Ele trebuie utilizate până când îşi epuizează tot potenţialul explicativ.

7.5. Sumar

Deşi conţine reprezentări imagistice (probabil şi conţinuturi perceptive - vezi experimentele lui Penfield !), memoria de lungă durată este formată, în primul rând, din cunoştinţe. Există o tendinţă certă a sistemului cognitiv uman de stocare pe termen lung a reprezentărilor semantice. Acestea constituie un cod economicos, rapid, cu sintaxă riguroasă, permiţând operarea asupra posibilului. Modelarea tipului de organizare a cunoştinţelor depinde de angajamentul paradigmatic al cercetătorului.

Principalele structuri simbolice sunt: reţelele propoziţionale, reţelele semantice, schemele şi scenariile cognitive. Reţelele propoziţionale pornesc de la ideea că unitatea de bază a cunoştinţelor este propoziţia sau aserţiunea. Ele reprezintă relaţiile dintre propoziţii prin intermediul termenilor lor. Reţelele semantice reţin relaţiile ierarhice dintre concepte şi proprietăţile aferente. Schemele cognitive constituie blocuri de cunoştinţe activate simultan. Elementele lor se asociază prin relaţii tipice, nu semantice. Scenariul cognitiv este un caz particular de schemă cognitivă, reprezentând o secvenţă tipică de acţiuni pentru anumite situaţii. Schemele cognitive influenţează înţelegerea şi predicţia. Modelarea subsimbolică a cunoştinţelor se realizează prin reţele interactive. Organizarea cunoştinţelor nu este o operaţie pur mentală, ci rezultă la interfaţa sistemului cognitiv cu mediul său. Modelele prezentate sunt complementare. E puţin probabil să existe un mod unic de organizare a cunoştinţelor în sistemul cognitiv uman.

Capitolul 8

DECIZIA

Luarea unei decizii, selecţia unei alternative dintr-o mulţime de variante disponibile la un moment dat, este o componentă esenţială a vieţii noastre cotidiene. Deciziile stau la baza comportamentului nostru teleologic, exprimând intenţionalitatea fiinţei umane. Fie că este vorba de decizii simple (ex.: să deschidem sau nu televizorul pentru a viziona o emisiune sportivă), fie de decizii complexe (ex.: opţiunea profesională sau alegerea partenerului de viaţă), în situaţii de risc sau nu, mecanismele cognitive au rolul determinant în procesualitatea deciziei. Luarea deciziilor constituie în egală măsură obiectul de interes al economiştilor, sociologilor, cât şi al psihologilor. Din eforturile reprezentanţilor acestor discipline au rezultat două mari categorii de modele, menite să descrie şi să explice comportamentul decizional: (1) modele normative; (2) modele descriptive.

8.1. Modele normative ale luării deciziei

Originea modelelor normative se află în ştiinţele economice. Interesaţi de stabilirea pe cale matematică a alternativei care aduce cel mai mare profit, economiştii au căutat să elaboreze proceduri formale pe baza cărora să se poată calcula decizia optimă. Principala asumpţie a modelelor normative este cea a *raţionalităţii* subiectului decident. Se presupune că, în luarea deciziei, subiectul uman se comportă raţional, căutând întotdeauna să aleagă posibilitatea optimă, adică acea opţiune care îi asigură câştigul maxim dintre toate variantele posibile. Evitând consideraţiile detaliate asupra raţionalităţii (vezi A. Marga, 1991), la modul cel mai general, o fiinţă este raţională dacă este necontradictorie. Aceasta înseamnă că, în cazul unui raţionament tranzitiv, dacă un individ preferă varianta A variantei B şi varianta B variantei C, atunci, în mod necesar, va prefera pe A lui C. Să presupunem că îi propuneţi prietenei dumneavoastră să plecaţi în vacanţă la mare cu avionul (A) sau cu trenul (B). Din anumite motive ea se va decide pentru prima variantă. Imediat după aceea, un amic vă aduce la cunoştinţă că zborul s-a anulat, dar se oferă să vă transporte cu automobilul personal (C). Veţi prezenta prietenei dumneavoastră, iarăşi, o alternativă: de a merge cu trenul (B), sau cu automobilul (C). Să presupunem că s-a hotărât asupra variantei B. Fiind însă o zi plină de ghinion, aflaţi de la agenţia de voiaj că trenul respectiv s-a anulat, dar că avionul circulă. Veţi

presupune că prietena dumneavoastră este o fiinţă raţională şi, conform unui raţionament tranzitiv elementar, va prefera să meargă cu avionul, consecventă cu opţiunea iniţială (va prefera pe A lui C, deoarece anterior a preferat pe A lui B şi pe B lui C). Fără să o întrebaţi, veţi cumpăra bilete de avion. Nu v-aş sfătui să fiţi prea satisfăcut de alegerea făcută. Riscaţi să vi se atragă atenţia că avionul era preferabil în comparaţie cu trenul, necunoscându-se varianta automobilului, pe când acum, între avion şi o călătorie cu automobilul, care vă oferă posibilitatea de a vă opri în multe locuri pitoreşti şi e suficient de rapid etc., e de preferat automobilul. Supărarea dumneavoastră, dacă ea va urma acestor reproşuri, şi banii pe care îi veţi pierde sunt determinate de presupoziţia raţionalităţii subiectului decident. Cu toate că putem invoca destule contraexemple, această presupoziţie constituie fundamentul modelărilor normative.

A doua asumpţie a modelelor normative vizează *omniscienţa subiectului decident*. Altfel spus, se presupune că în luarea deciziei individul *cunoaşte toate posibilităţile* şi o selectează pe cea optimă. Indiscutabil, există multe astfel de situaţii. Spre exemplu, având un capital lichid, există o alternativă de utilizare a lui: să-l depui într-o bancă sau să te lansezi într-o afacere. Dacă doreşti să-l depui, există un număr finit şi (deocamdată) redus de bănci dintr-un oraş a căror dobândă o poţi cunoaşte, hotărându-te asupra celei care-ţi oferă câştigul cel mai ridicat. Cu uşurinţă se pot invoca de către oricine o mulţime de situaţii în care numărul alternativelor posibile este finit şi cognoscibil. Există însă multe situaţii care contrazic această presupoziţie, după cum se va vedea ulterior.

Cele două presupoziţii, că subiectul decident e o fiinţă raţională şi că îi sunt cunoscute toate alternativele asupra cărora trebuie să hotărască, sunt extrem de restrictive şi severe. Modelele construite pe baza lor arată, mai degrabă, *cum ar trebui să se decidă*, nu cum se realizează decizia în mod real. Ele prescriu, nu descriu, de aceea am preferat să numim aceste modele *modele normative*. Ca şi regulile logicii, care nu descriu procesul de gândire real, ci îl corectează prin raportare la normă, modelele normative au *valoare corectivă* în majoritatea situaţiilor. Doar în puţine situaţii, cum vom arăta la momentul oportun, ele sunt şi descriptive.

Cele mai cunoscute modele normative calculează valoarea aşteptată (*expected value*) sau utilitatea aşteptată (*expected utility*).

8.1.1. Valoarea aşteptată

Valoarea aşteptată (*expected value*) este beneficiul – calculat, de regulă, în bani – pe care subiectul decident îl are în vedere în condiţiile selecţiei unei variante. Valoarea aşteptată are o expresie numerică şi o caracteristică de obiectivitate, în sensul că este independentă de percepţia subiectivă a indivizilor implicaţi în procesul deciziei.

Exemplu. Un individ oarecare se hotărăşte să-şi utilizeze capitalul de care dispune pentru a face afaceri.

Dacă face afacerea A, are 42% şanse de a avea un beneficiu de 1 milion.

Dacă face afacerea B, are 80% şanse de a câştiga 500.000 lei.

Care este varianta cea mai dezirabilă pentru individul respectiv? Adepţii modelelor normative bazate pe calculul beneficiului sau valorii aşteptate – în marea lor majoritate economişti – consideră că această variantă se poate stabili în mod univoc, pe baza unui calcul al valorii aşteptate după formula $VA_i = P_i \times V_i$, unde VA_i = valoarea aşteptată a alternativei, P_i = probabilitatea de a obţine un beneficiu dacă se optează pentru alternativa *i* şi V_i = mărimea eventuală a acestui beneficiu.

În cazul nostru, valoarea (beneficiul) aşteptată pentru cele două posibilităţi este:

$VA_1 = 0{,}42 \times 1 \text{ mil.} = 420.000$
$VA_2 = 0{,}80 \times 500.000 = 400.000$

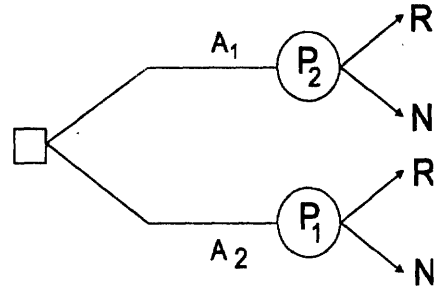
După cum se poate observa, valoarea/beneficiul aşteptat este mai mare dacă subiectul se lansează în afacerea A. Ca atare, el este consiliat că, în măsura în care doreşte să se comporte raţional, dincolo de idiosincrasiile lui subiective, prima variantă este cea optimă. Varianta optimă este, aşadar, cea care are valoarea cea mai mare, calculabilă algoritmic. Deciziile manageriale sunt adesea ghidate de astfel de calcule. Noi înşine, când dorim să facem o investiţie, recurgem la astfel de calcule, chiar dacă ele nu au o expresie numerică riguroasă. Una din dificultăţile pe care le întâmpină modelul bazat pe calculul valorii aşteptate vizează stabilirea precisă a probabilităţii cu care vom obţine un anumit câştig dintr-o opţiune dată. De cele mai multe ori, deciziile luate se bazează pe *estimarea*, nu pe *consemnarea* unei probabilităţi de câştig. În cazul exemplului anterior, putem stabili probabilitatea de câştig pentru varianta A_1 (sau A_2) dacă cunoaştem procentul celor care au câştigat dintr-o astfel de afacere raportat la totalul celor care s-au lansat în ea (cu sau fără succes). Chiar în aceste condiţii, nu se poate spune cu certitudine că această probabilitate de câştig rămâne nemodificată în cazul nostru, la un moment ulterior. Şansele noastre pot să scadă sau să crească în funcţie de o mulţime incalculabilă de evenimente aleatorii care pot interfera cu decizia noastră, modificând şansele de câştig. Utilizarea cifrelor nu conferă prin ea însăşi un plus de precizie. De la sectele pitagoreice încoace a existat întotdeauna o „mistică a numerelor", gata să pună un număr acolo unde, de fapt, începea ignoranţa noastră sau caracterul aleatoriu al evenimentelor. Cu tot caracterul estimativ al probabilităţilor de câştig, implicat în calculul valorii aşteptate, nu putem spune că acest calcul este superfluu. Valoarea aşteptată a posibilităţilor asupra cărora poartă decizia noastră este un *ghid orientativ* util, îndeosebi atunci când mărimea acestor valori este semnificativ diferită de la o posibilitate la alta. Modelul valorii aşteptate este însă extrem de restrictiv, deoarece doar o parte redusă a deciziilor noastre vizează factori economici cuantificabili în valoarea lor bănească. Luăm decizii cu privire la cariera profesională, la o atitudine politică sau vot electoral, la partenerul preferat etc. În plus, „câştigul" nu se poate exprima numeric decât în rare cazuri.

8.1.2. Utilitatea aşteptată

Modelul utilităţii aşteptate (*expected utility*) caută să depăşească restricţiile în care se cantonează calculul valorii aşteptate, încercând să formalizeze şi decizia din domeniile de activitate în care câştigul corelat unei opţiuni nu are o expresie numerică, bănească. Se porneşte de la ideea că există o diferenţă între valoare şi utilitate: *valoarea este un dat obiectiv, utilitatea este percepţia subiectivă a unei valori*. Să presupunem că preţul unei sticle de bere rece, pe plajă, este de 500 lei. Vă căutaţi disperat prin buzunare şi găsiţi 490 lei. Vă mai lipsesc 10 lei pentru a obţine băutura mult dorită. Citind deznădejdea de pe chipul dumneavoastră, şi intuind că sunteţi student, vânzătorul vă vinde sticla cu 10 lei mai puţin. Să ne închipuim acum o situaţie uşor diferită, în care, după îndelungi căutări, v-aţi descoperit prin buzunare doar 400 de lei. Bonom, acelaşi vânzător, vă asigură că v-ar putea vinde berea cu 490 lei. Amabilitatea lui vă lasă rece ca sticla de bere. În ambele situaţii, valoarea pe care o câştigaţi era aceeaşi: 10 lei, dar utilitatea este diferită. În primul caz, aceşti bani vă făceau să vă atingeţi scopul; în al doilea - nu. Eventual vă intensifică frustrarea. Aşadar, mărimea unei valori şi utilitatea sa subiectivă sunt diferite. Modelul utilităţii aşteptate pleacă de la premisa că, în calculul variantei optime, subiectul ia în considerare *utilitatea*, nu valoarea fiecărei posibilităţi. Pentru a-i da o expresie matematică, această utilitate *se codează* printr-un număr. Acest număr are semnificaţie *relativă*, raportat la mărimea utilităţilor variantelor complementare.

Să presupunem că, în urma unui consult cardiologic, la un subiect se depistează o deficienţă severă în funcţionarea valvei mitrale. El este internat de urgenţă şi i se propune o intervenţie chirurgicală pe cord deschis constând în înlocuirea valvei sale naturale cu o valvă artificială. Pacientul se află în faţa uneia dintre cele mai dificile decizii din viaţa sa: să se supună sau nu operaţiei respective. Să notăm cele două posibilităţi cu A_1, respectiv A_2. Decizia sa este marcată de incertitudinea reuşitei (R) - nereuşitei (N) operaţiei. Reprezentată grafic, situaţia sa se poate exprima printr-un arbore de decizie conform figurii 8.1.

Fig. 8.1. *Arbore de decizie în cazul intervenţiei operatorii.* Arborele se citeşte de la stânga la dreapta. Pătratul marchează momentul deciziei; cercurile - incertitudinea, respectiv probabilitatea aferentă fiecăreia dintre variantele posibile.



Pacientul nostru va lua, aşadar, în calcul două variante, pe care le va investiga pe rând. Dacă se supune intervenţiei chirurgicale, atunci simptomatologia anterioară va dispărea, va putea să-şi reia activitatea la locul de muncă, va avea o speranţă de viaţă mai ridicată etc. În acelaşi timp, pe lângă aceste beneficii, există şi inconveniente ale intervenţiei respective. Înlocuirea valvei naturale cu o valvă artificială produce un zgomot permanent resimţit de pacient, adesea neplăcut, care poate duce la tulburări nevrotice postoperatorii, reclamă un regim alimentar sever şi o eventuală înlocuire periodică a valvei respective etc. „Beneficiile" şi „costurile" intervenţiei chirurgicale constituie *utilitatea* variantei A_1. Chiar dacă optează pentru aceasta, pacientul respectiv trebuie să asigneze o anumită probabilitate de reuşită, respectiv nereuşită operaţiei respective.

Pe de altă parte, luând în calcul a doua variantă (A_2) - de a nu accepta intervenţia chirurgicală, individul recurge la aceeaşi balanţă a beneficiilor (ex. : evitarea durerii sau riscului implicat de o atare operaţie etc.) şi costurilor (ex. : reducerea speranţei de viaţă, agravarea simptomatologiei etc.). Şi în acest caz va avea în vedere şansele de reuşită/nereuşită a intervenţiei chirurgicale.

Ridicându-ne acum de la nivelul intuitiv la cel formal, formula de calcul a utilităţii aşteptate pentru o variantă oarecare *i* (UA_i) este:

$$UA_i = \sum_{i=1}^{n} P(E_i)U(x_i),$$

unde: E = un eveniment; $P(E_i)$ = probabilitatea unui eveniment *i*; x_i = consecinţele unei alternative $i = 1 \ldots n$; $U(x_i)$ = utilitatea unei alternative *i*.

În exemplul oferit mai sus, evenimentele ce pot avea loc sunt ca intervenţia chirurgicală să reuşească (R) sau să nu reuşească (N). Bolnavul va acorda probabilităţi diferite acestor evenimente, în funcţie de încrederea în echipa de chirurgi, informaţiile pe care le are despre competenţa lor profesională, locul controlului etc. În general, tot calculul utilităţii aşteptate este saturat în indiosincrasiile personale ale pacientului. Raţionalizarea deciziei constă, în acest caz, în eliminarea sau reducerea considerabilă a acestor variabile individuale. Ca atare, solicitat să consilieze bolnavul respectiv, psihologul va face apel la „banca de date" a clinicii, pentru a stabili proporţia intervenţiilor medicale reuşite din totalul intervenţiilor efectuate. Să presupunem că probabilitatea de reuşită este de 70% sau 0,70. Calculul utilităţii aşteptate se face pe baza tabelului 8.1.

Tabelul 8.1. *Calculul utilităţii aşteptate în cazul intervenţiei pe cord deschis.* În interiorul rubricii e trecută $P(E_i)$, iar în colţul din dreapta $U(x_i)$.

A / E	R		N	
A_1	0,70	+2	0,30	-2
A_2	0,70	-1	0,30	0

$UA_1 = 0.70 \times 2 + 0.30 \times (-2) = 0.80$

$UA_2 = 0.70 \times (-1) + 0.30 \times 0 = -0.70$

Utilitatea aşteptată a primei variante este semnificativ mai ridicată decât a celeilalte. Ca atare, adaptând acest model normativ, îl vom consilia pe pacientul nostru să accepte intervenţia chirurgicală.

Dificultatea cea mai importantă care survine nu vizează calculul probabilităţii evenimentelor, ci apare în codarea utilităţii unei variante. În exemplul nostru am folosit o scală, pe intervalul [-2, +2], semnele diferite arătând predominanţa câştigului (+), respectiv a pierderii (-) într-o anumită situaţie. De exemplu, cel mai mare câştig îl obţinem dacă optăm pentru A_1 şi operaţia reuşeşte. Dacă optăm pentru A_2 şi, în cazul nostru, operaţia ar fi reuşit, atunci suntem în pierdere, dar *nu atât de mult* decât dacă am fi decis să ne operăm şi operaţia n-ar fi reuşit. „Pierderea" e mai mare în acest din urmă caz, deoarece nu numai că starea noastră iniţială rămâne neschimbată, dar am suportat şi costul unei intervenţii nereuşite: durerea, indisponibilitatea temporară, reacţia de stres etc. Dacă n-am acceptat operaţia şi în cazul acesta credem că ea n-ar reuşi, atunci utilitatea e zero (n-am pierdut şi nu am câştigat nimic).

Valorile respective nu au o semnificaţie în sine, ci una relativă, prin raportare la indicii cuprinşi în fiecare dintre căsuţele tabelului. Evident, şi alte expresii numerice pot fi folosite. Ceea ce e important este raportarea utilităţii asignate pentru fiecare variantă la toate celelalte variante posibile. Varianta cu valoarea aşteptată cea mai ridicată e cea optimă. În practică, codarea utilităţii este mult mai dificilă decât pare la prima vedere, deoarece e greu să cunoaştem toate avantajele şi dezavantajele unei posibilităţi şi, chiar dacă le-am cunoaşte, acestea sunt greu de ponderat.

Cu toate aceste dificultăţi, modelul utilităţii aşteptate are o validitate psihologică mai ridicată decât modelul valorii aşteptate. El este *mai verosimil*, deoarece asumă faptul că alegerea între variante este determinată de utilitatea, nu de valoarea acestora, deci de reflexul subiectiv al valorii. El este *mai general*, deoarece se aplică nu numai la calculul unui profit bănesc. În plus, în unele situaţii, subiectul uman se comportă realmente conform acestui model. Într-o cercetare experimentală, Payne şi colab. (1982) variază complexitatea deciziilor pe care trebuia să le ia un lot de subiecţi şi timpul acordat pentru alegerea unei variante dintre mai multe posibile. Se constată că, în condiţii de timp suficient şi/sau complexitate redusă a deciziei, indivizii se comportă raţional, procedând la calculul utilităţii aşteptate; în condiţii de presiune a timpului şi/sau complexitate sporită a deciziei, decidenţii utilizează diverse euristici şi modele simplificate. Pe scurt, modelul utilităţii aşteptate este *descriptiv pentru situaţiile în care subiecţii au suficiente resurse de timp şi de calcul. Modelul este prescriptiv pentru situaţii complexe sau cu limită de timp în luarea deciziei*. Modelul bazat pe calculul valorii aşteptate este eminamente prescriptiv. În general, ambele modele prezentate mai sus rămân mărginite datorită presupoziţiilor lor iniţiale, decidentul fiind o fiinţă raţională, care cunoaşte toate opţiunile şi consecinţele lor şi care are resurse suficiente de timp şi de calcul.

O mulţime de date experimentale contrazic aceste supoziţii. Să presupunem că fiecare dintre noi are următoarele variante între care trebuie să facă o alegere:

A. Să câştige 1 milion de lei cu probabilitatea de 5%.

B. Să câştige 100.000 de lei cu probabilitatea de 49%.

C. Să câştige 10.000 de lei cu probabilitatea de 100%.

Rata pierderii este nulă în oricare dintre variante. O serie de cercetări au relevat faptul că în cazul unei astfel de probleme de decizie, subiecţii preferă pe A lui B şi pe B lui C dar, contrar principiului tranzitivităţii, preferă pe C lui A. Acest tip de problemă se numeşte *paradoxul lui Alais*, după numele celui care l-a dat prima dată publicităţii. Se poate vedea că valoarea sau utilitatea aşteptată este mai mare pentru A decât pentru B şi mai mare pentru B decât pentru C. În mod raţional, subiecţii ar trebui să prefere, aşadar, pe A lui C. Cu toate acestea, marea lor majoritate preferă contrariul. Cu cât probabilitatea de câştig dintr-o variantă se apropie de certitudine, cu atât mai atrăgătoare este socotită opţiunea respectivă, chiar dacă utilitatea sau valoarea ei aşteptată este, prin calcul, mai scăzută. Subiecţii se simt mai atraşi de câştiguri mici dar sigure, decât de câştiguri mari dar extrem de incerte. Cum se poate observa, majoritatea oamenilor preferă să-şi depună banii în bancă şi să obţină o dobândă redusă dar sigură, decât să obţină un profit semnificativ mai mare dintr-o afacere nesigură. Modelele descriptive au apărut din nevoia de a explica şi prezice comportamentul decidentului real, trăind într-o lume dinamică, hipercomplexă, dispunând de resurse limitate de timp şi calcul.

8.2. Modele descriptive. Raţionalitatea limitată

Modelele raţionaliste ale deciziei au făcut obiectul unor critici numeroase, dar aceasta nu înseamnă că sunt inutile. Principala lor funcţie este de corectare sau orientare a procesului decizional curent. Unul dintre cei mai proeminenţi critici ai modelelor raţionaliste a fost H. Simon, care, ulterior, a obţinut premiul Nobel pentru cercetările sale în domeniul teoriei deciziei. Încă din 1959, H. Simon nota: „Teoria clasică (= modelele raţionaliste, n.n.) este o teorie a unui om ce alege între alternative fixe şi cunoscute, fiecăreia fiindu-i ataşate consecinţe de asemenea cunoscute. Când însă între decident şi mediul său obiectiv intervin percepţia şi celelalte procese cognitive, aceste modele încetează să mai fie adecvate. Avem nevoie de o descriere a opţiunilor care ţin cont de faptul că alternativele nu sunt date, ci trebuie descoperite; o descriere care ţine seama de dificultăţile determinării consecinţelor fiecărei alternative" (*apud* Slovic, 1990, p. 101).

Noile modele, descriptive, mai poartă numele de modele ale *raţionalităţii limitate*. Aceasta înseamnă că decidentul, având resurse de timp şi de calcul limitate, e silit să recurgă la diverse euristici de decizie şi reprezentări simplificate ale alternativelor asupra cărora trebuie să hotărască. Rezultatul este un model mental simplificat al

situaţiei de decizie, inevitabil în condiţiile în care decizia trebuie luată într-un interval de timp scurt, iar capacitatea sistemului cognitiv este limitată. În interiorul acestui model simplificat se presupune că subiectul se comportă *raţional*. Constrâns însă de propriile limite cognitive şi de timp, subiectul decident va alege varianta *satisfăcătoare*, nu (neapărat) cea optimă. O variantă e considerată satisfăcătoare sau nesatisfăcătoare în raport cu *câteva criterii socotite ca relevante*. Din mulţimea de opţiuni aflate la dispoziţie, decidentul va selecta prima variantă care satisface aceste criterii. Ea nu este însă în mod necesar cea optimă, pentru că el nu dispune de suficiente resurse cognitive şi/sau de timp pentru a face un inventar al tuturor opţiunilor şi a compara valoarea sau utilitatea lor.

Să presupunem că o persoană doreşte să-şi cumpere un apartament. Din oferta existentă la un moment dat pe piaţă, mai exact din oferta *cunoscută* de persoana în cauză, ea va opta pentru apartamentul care satisface anumite criterii: (1) să se afle într-o anumită zonă a oraşului; (2) să fie relativ aproape de locul de muncă; (3) să se afle la primul etaj; (4) să aibă preţ acceptabil etc. Lista criteriilor poate fi mult mai lungă, subiectul neavând timp să le enumere exhaustiv. El va considera oferta existentă în funcţie de aceste criterii. Să zicem, vor fi excluse ofertele din zone indezirabile. Mulţimea posibilităţilor rămase după această primă evaluare va fi evaluată apoi în raport cu al doilea criteriu ş.a.m.d. Subiectul nu va avea suficiente resurse cognitive şi de timp să aleagă varianta optimă. El va alege prima care-i satisface criteriile menţionate. În plus, se poate observa că *ordinea* criteriilor este foarte importantă, schimbarea ei modificând mulţimea de posibilităţi luate în calcul la un moment dat în procesul decizional de către individul respectiv. Cu atât mai mult cu cât, în majoritatea cazurilor, subiectul va fi nevoit să ia o decizie înainte de parcurgerea exhaustivă a criteriilor. Dacă mai luăm în calcul şi eventualele reponderări ale importanţei criteriilor ce pot avea loc chiar pe parcursul procesului decizional cu consecinţe directe asupra ordinii considerării criteriilor, precum şi informaţiile limitate despre oferta pieţei de care dispune subiectul, ne putem face o idee despre *raţionalitatea limitată* de care dă dovadă subiectul uman în luarea deciziilor. El va căuta să aleagă varianta cea mai satisfăcătoare (= care satisface cât mai multe criterii), dar nu poate şti dacă varianta aleasă este cea optimă. Aşa cum am arătat anterior, decizia optimă e posibilă doar în condiţiile în care resursele subiectului sunt suficiente pentru calculul posibilităţilor, presupunând că acestea sunt integral cognoscibile şi fixe. Suprapunerea variantei satisfăcătoare cu cea optimă este rodul întâmplării, nu al calculului.

În condiţiile în care suntem presaţi să luăm cât mai rapid o decizie, utilizăm un număr minimal de criterii. Uneori e utilizată chiar o *euristică de grupare* a opţiunilor. Raportate la aceste criterii minimale, rezultă două clase de posibilităţi: *dezirabile* – cele care satisfac criteriile respective – şi *indezirabile* – nesatisfăcătoare. Apoi, din mulţimea variantelor dezirabile, alegem una în mod aleatoriu, fără a mai calcula utilitatea ei în raport cu celelalte. De exemplu, dacă fructele pe care dorim să le cumpărăm de la piaţă satisfac un număr minimal de criterii – să zicem, legate de preţ şi soi –, alegem în mod aleatoriu (sau acceptăm să ni se aleagă) fructele ce satisfac

aceste pretenţii minimale. Ceea ce se întâmplă cu „fructele" se poate întâmpla cu orice mulţime de variante aflate la dispoziţia subiectului.

Întrucât modelul mental pe care decidentul îl are despre posibilităţile asupra cărora va hotărî este esenţial în înţelegerea şi predicţia comportamentului său, vor fi analizaţi câţiva dintre factorii cognitivi care participă la construcţia acestei reprezentări.

8.3. Scheme şi strategii cognitive implicate în luarea deciziei

Inventarul exhaustiv al factorilor cu rol predictiv în comportamentul decizional depăşeşte scopul acestui capitol (pentru o expunere detaliată vezi, de exemplu, Th. Vallsten, 1980). Sunt luaţi în considerare şi analizaţi doar acei factori pentru care cercetările din ultima vreme au oferit rezultatele cele mai consistente : schemele cognitive, prototipicalitatea, ancorarea alternativelor, disponibilitatea în memorie şi retroevaluarea alternativelor.

8.3.1. Scufundarea deciziei într-o schemă cognitivă

Într-o serie de experimente, A. Tversky şi D. Kahneman (1974, 1981, 1983) au pus în evidenţă importanţa *modului de formulare* a alternativelor în procesul decizional sau aşa-numitul efect de *framing* (încadrare). Termenii diferiţi în care sunt formulate alternativele activează scheme cognitive diferite. Alternativele sunt astfel scufundate[1] în scheme cognitive diverse care modifică decizia. Experimental, acest lucru a fost probat de Tversky şi Kahneman care au construit următoarea problemă „o epidemie asiatică va face, în mod iminent, 600 de victime. Pentru eradicarea acestui flagel au fost proiectate două programe de intervenţie : A şi B". După această relatare, lotul experimental a fost divizat, formularea alternativei fiind diferenţiată pe grupuri. Primul lot a auzit următoarea variantă :

„Dacă se adoptă programul A, vor fi salvaţi cu certitudine 200 de oameni.
Dacă se adoptă programul B, există 1/3 şanse să fie salvaţi toţi cei 600 de bolnavi şi 2/3 şanse să nu fie salvat nici unul".

Pentru lotul al doilea de subiecţi s-a oferit formularea :

„Dacă se adoptă programul A, 400 de bolnavi vor muri.
Dacă se adoptă programul B, există 1/3 şanse ca nimeni să nu moară şi 2/3 şanse ca toţi cei 600 să decedeze".

1. Utilizând acest termen mizez pe conotaţia sa din matematică, unde apare adesea în sintagme de genul „funcţie scufundată în domeniul..." etc.

După cum se poate observa, sub raport matematic cele două alternative sunt identice, ceea ce înseamnă că opţiunea primului lot de subiecţi ar trebui să fie consistentă cu opţiunea celuilalt lot. Cele două formulări diferă prin termenii în care sunt prezentate alternativele: în termeni de *câştig* („salvaţi") şi în termeni de *pierdere* („morţi"). Dacă modul de exprimare a alternativelor - care activează scheme cognitive diferite - are vreo influenţă asupra deciziei, atunci trebuie să ne aşteptăm ca deciziile celor două grupuri să fie diferite sau chiar contradictorii. Exact acesta a fost rezultatul experimental obţinut, 72% dintre subiecţii din primul lot optează pentru programul A, în vreme ce 78% dintre membrii celui de-al doilea grup experimental optează pentru programul B! Diferenţele sunt semnificative, ceea ce probează influenţa determinantă a schemei cognitive în care sunt scufundate alternativele asupra cărora indivizii sunt solicitaţi să aleagă. Numeroase variante ale acestui experiment au consemnat acelaşi tip de rezultate Medin şi Ross (1991), McNeil şi colab. (1982) au confirmat că preferinţa medicilor şi/sau pacienţilor pentru un anumit tip de tratament variază în funcţie de prezentarea şanselor de reuşită (= supravieţuire) sau eşec (= moarte) asociate variantelor de tratament. Participarea majorităţii oamenilor la jocurile de noroc (ex.: loterii naţionale, pariuri, pronosport etc.) se datorează prezentării lor în termeni de „câştig", nu în termeni de „pierdere". Publicitatea făcută în jurul acestor jocuri pune accentul pe cât de mult am putea câştiga. Dacă ni s-ar spune cât de mult pierdem intrând în astfel de joc, sau care e şansa de a pierde, comportamentul nostru ar fi diferit. Multe agenţii de acest gen ar da, probabil, faliment.

8.3.2. Prototipicalitatea alternativelor

Teoria prototipurilor a fost discutată în capitolul consacrat categorizării, astfel încât presupunem cunoscute noţiunile discutate cu acel prilej. Prototipicalitatea nu vizează doar exemplarele unei categorii naturale, ci şi ale unei clase de acţiuni sau alternative. În cazul luării unei decizii, cu cât valoarea de prototipicalitate a unei alternative este mai mare, deci cu cât este ea mai reprezentativă, cu atât probabilitatea care i se atribuie este mai mare. Medin şi Ross (1992), bazându-se pe cercetări similare întreprinse de Tversky şi Kahneman (1983), prezintă următoarele evenimente cerând subiecţilor să evalueze probabilitatea lor de apariţie.

1. Un om sub 55 de ani a suferit un atac de cord.
2. Un om a suferit un atac de cord.
3. Un fumător a suferit un atac de cord.
4. Un om peste 55 de ani a suferit un atac de cord.

Majoritatea subiecţilor, susţin autorii citaţi, consideră că evenimentele 3 şi/sau 4 sunt mult mai probabile decât evenimentul 2. O astfel de probabilitate este eronată, deoarece, cum se cunoaşte din teoria elementară a probabilităţilor, conjuncţia a două proprietăţi are o probabilitate mai mică decât probabilitatea fiecăreia dintre ele. În cazul nostru, este mai probabil ca un individ să aibă atac de cord decât ca un individ

care şi fumează sau are o vârstă de peste 55 de ani să trăiască o astfel de experienţă dureroasă. Eroarea de estimare a probabilităţii acestor evenimente e generată de gradul diferit de reprezentativitate sau prototipicalitate pe care îl au în raport cu clasa indivizilor care au suferit un atac de cord. Prototipul nostru pentru această categorie este un om de peste 55 de ani şi/sau fumător. Generalizând, din mulţimea de posibilităţi disponibile, subiectul decident tinde să asigneze o probabilitate mai mare variantei mai reprezentative.

Estimarea probabilităţii unei variante în funcţie de prototipicalitatea sau reprezentativitatea ei are un impact deosebit asupra deciziilor care se iau în funcţie de comportamentul presupus al „adversarului". Astfel de decizii luate în funcţie de „adversarul de joc" se numesc, după H.D. Smith, „jocuri" datorită similitudinilor dintre aceste confruntări şi jocurile de şansă (vezi, pentru detalii, V. Ceauşu, 1972). Termenul de adversar trebuie înţeles în sens generic, de factor natural sau uman, care se comportă după propriile sale legităţi sau intenţii, urmărind o finalitate proprie. Adversarul poate fi natura („jocuri contra naturii"), tu însuţi („joc contra sine"), sau o altă persoană („joc pluripersonal").

Să ne închipuim, de pildă, o situaţie de negociere, în care doi parteneri negociază un preţ sau un salariu etc. Din mulţimea de preţuri pe care le poate pretinde, cel ce vinde va decide să ceară un preţ mai mare decât cel pe care, în mod realist, scontează să-l primească, mizând pe comportamentul reprezentativ (prototipic) al cumpărătorului. Un cumpărător „prototip" sau reprezentativ va oferi mai puţin decât cere vânzătorul, şi mai puţin decât scontează să plătească pentru produsul negociat, cunoscând, la rândul său, tendinţa reprezentativă a vânzătorului de a cere mai mult decât e realist. Aşadar, deciziile ambilor parteneri sunt în funcţie de prezumpţia prototipicalităţii celuilalt. Cumpărătorul va mai „lăsa din preţ", mizând pe tipicalitatea cumpărătorului care va oferi un preţ mai bun decât anterior ş.a.m.d. O situaţie similară este cea a negocierii salariului. Cine nu mizează pe tipicalitatea „adversarului" în evaluarea propriilor acţiuni şi luarea deciziilor iese, de regulă, în pierdere.

Acordarea unei probabilităţi sporite variantei reprezentative (tipice) este o euristică eficace în majoritatea situaţiilor. Ea nu duce însă întotdeauna la succes, deoarece există negociatori atipici. În general, asumpţia prototipicalităţii şi, în consecinţă, evaluarea opţiunilor în funcţie de această presupunere sunt determinate de numeroşi alţi factori cognitivi (ex.: cunoştinţele din domeniu, considerarea contextului etc.) care o pot invalida.

8.3.3. „Ancorarea" alternativelor

Înainte de a parcurge mai departe acest text, încercaţi să estimaţi (fără calcule complete) care e mărimea produsului din şirul (a):

(a) $1 \times 2 \times 3 \times 4 \times 5 \times 6 \times 7 \times 8 = ?$

Faceţi acum acelaşi lucru pentru (b):

(b) $8 \times 7 \times 6 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2 \times 1 = ?$

Aceste exerciţii, oferite de Tversky şi Kahneman (1974) la două loturi de subiecţi, au pus în evidenţă estimări semnificativ diferite. Mediana rezultatului pentru lotul care a estimat varianta (a) este 512. Mediana rezultatului pentru grupul care a estimat varianta (b) este de 2.250. Menţionăm că răspunsul corect este 40.320. De unde apar aceste diferenţe atât de mari între estimările celor două variante ale aceluiaşi produs? Tversky şi Kahneman (1974), precum şi alţi cercetători, consideră că aceste diferenţe se datorează unui proces de „ancorare". În cele două situaţii, decizia asupra mărimii produsului a fost „ancorată" de primele cifre ale seriei. Produsul primelor numere din varianta (a) este mic, ceea ce induce o subestimare a mărimii lui totale. Produsul primelor numere în varianta (b) este mai ridicat, ceea ce îi face pe subiecţi să estimeze o valoare finală mai ridicată. Decizia despre valoarea estimată a mărimii produsului este influenţată semnificativ de ancora utilizată. În jargon conexionist, s-ar putea spune că prima parte a secvenţei de calculat are o valoare de activare mai ridicată, deoarece subiecţii operează mintal asupra ei, încercând o estimare cât mai precisă. Aceste unităţi cu valoare de activare ridicată reduc ponderea unităţilor ulterioare din serie, modulând decizia.

Efectul de ancorare n-ar fi fost atât de mult analizat în literatura de specialitate, dacă s-ar fi referit doar la secvenţe de numere. „Ancorele" modulează însă şi deciziile complexe, cu consecinţe semnificative asupra atitudinilor sau comportamentului uman. Tversky şi Kahneman (1974) au solicitat mai multor loturi de subiecţi să estimeze numărul ţărilor africane membre ale ONU. Mediana estimărilor a fost de 25 şi 45, în funcţie de ancora sugerată de experimentatori, în jur de 10 şi, respectiv, în jur de 65. Un fenomen similar a fost relatat de Slovic, Fischoff şi Lichtenstein (1980). Ei au investigat modul de evaluare a gravităţii unor boli în funcţie de ancorele diferite care le erau sugerate subiecţilor. De pildă, despre tulburările cardiace, indivizii din două grupuri experimentale erau solicitaţi să răspundă la două tipuri de întrebări, echivalente din punct de vedere aritmetic, dar diferite prin „ancora" pe care o sugerau:

(1) Care este rata mortalităţii la 100.000 de cardiaci?

(2) Pentru fiecare cardiac care moare, câţi cardiaci continuă să trăiască?

Se poate observa că „ancorele" sunt diferite. Media estimărilor pentru grupul care trebuia să răspundă la (1) era 13.011. Media estimărilor pentru grupul care răspundea la (2) era de 131. Ancore diferite determină evaluări semnificativ diferite. Simpla includere în întrebare a unor astfel de ancore modifică substanţial decizia.

Prezenţa efectului de ancorare poate fi remarcată cu uşurinţă în viaţa noastră de zi cu zi: la licitaţii, la piaţă, în notarea performanţelor şcolare etc. Mărimea „strigării" la o licitaţie este implicată puternic în deciziile virtualilor cumpărători. Chiar dacă ei nu vor oferi atât cât se cere, nici nu vor oferi mult mai puţin. Dacă pentru acelaşi obiect s-ar face „strigări" diferite, preţul final la care s-ar ajunge ar fi diferit, date fiind ancorele diferite oferite. Cât priveşte evaluarea cunoştinţelor la examen, dacă primii examinaţi primesc note mari, succesorii lor imediaţi, chiar

dacă nu stăpânesc suficient materia predată, vor obţine note mai mari decât dacă ar fi fost examinaţi după o suită de note mici. Aceasta se explică prin ancorele diferite pe care şi le face profesorul. La fel, nota obţinută de un student (elev) diferă dacă el îşi începe răspunsul cu subiectul mai bine cunoscut şi continuă cu cel mai puţin pregătit, decât dacă procedează invers. Ascultând primul subiect, profesorul (mereu în criză de timp) începe să estimeze nota; adică îşi fixează deja o „ancoră". Performanţa ulterioară este evaluată în funcţie de această ancoră: dacă ancora e ridicată, deoarece studentul a răspuns bine la primul subiect, în final performanţele lui vor fi supraevaluate sau mai bine notate decât dacă performanţa sa anterioară a fost scăzută, deci ancora a avut o mărime redusă. Morala e că la examene trebuie început cu subiectul cel mai bine cunoscut, iar în cadrul anului sau grupei de studenţi, cei mai buni trebuie „împinşi în faţă". Spre binele cititorilor mei studenţi, sper că profesorii lor nu vor extrage nici o morală din cele prezentate.

8.3.4. Accesibilitatea alternativelor

Aşa cum s-a mai arătat, cunoştinţele de care dispune sistemul cognitiv nu sunt la fel de uşor accesibile; unele pot fi reamintite mai uşor, altele mult mai dificil (6.6.1). Accesibilitatea diferită e determinată de numeroşi factori: restul de activare, nivelul netinputului, congruenţa contextului fizic şi neuropsihic etc. În acest capitol ne interesează care sunt implicaţiile nivelului diferit de accesibilitate a cunoştinţelor asupra comportamentului decizional. O serie de cercetări (Tversky şi Kahneman, 1973, 1983, Anderson, 1985 etc.) au relevat tendinţa constantă a subiectului uman de a acorda *o probabilitate mai ridicată variantei sau evenimentului care este mai uşor de reamintit*. S-a cerut unui lot de subiecţi să estimeze frecvenţa cuvintelor din limba engleză care încep cu litera „r". Ulterior, aceluiaşi grup i s-a solicitat aprecierea frecvenţei cuvintelor care au litera „r" în poziţia a treia (ex.: *carrior*). Studiile statistice asupra limbii engleze au arătat că frecvenţa cuvintelor din a doua categorie este mult mai mare faţă de frecvenţa celor din prima categorie. Cu toate acestea, frecvenţa estimată a fost net superioară pentru cuvintele care *încep* cu litera „r" decât pentru cele care conţin această literă în poziţia a treia.

Această constatare se explică prin diferenţele de accesibilitate a itemilor respectivi. Este mai uşor să ne reamintim cuvintele care încep cu litera „r", decât cele care conţin litera „r" în poziţia a treia. Strategia de reamintire a unui cuvânt începe cu reamintirea primei litere (sunet), deoarece acesta e şi modul de învăţare a cuvintelor din limbajul natural. Contextul reamintirii este, aşadar, similar cu contextul învăţării. În plus, inhibiţia laterală este mai ridicată în cazul unei litere din interiorul cuvântului decât în cazul unei litere de la început, unde inhibiţia laterală se realizează dintr-o singură direcţie. Restul de activare mai ridicat al cuvintelor din a doua categorie (cu „r" în poziţia a treia), determinat de frecvenţa lor obiectivă mai ridicată, nu e suficient de mare pentru a contracara efectul procedurii utilizate în reamintirea cuvintelor şi cel al inhibiţiei laterale.

Tversky şi Kahneman (1983) au obţinut rezultate similare cerând unui lot experimental să estimeze frecvenţa cuvintelor englezeşti care se termină în „ing", după ce aceştia au citit un text de aproximativ 2.000 de cuvinte. Un alt lot a fost solicitat să aprecieze, pentru acelaşi text, frecvenţa cuvintelor care conţin litera „n" în penultima poziţie. Deşi prima categorie de cuvinte este o submulţime a celei de a doua, deci, implicit, ar trebui să aibă o probabilitate de apariţie mai redusă, subiecţii estimează frecvenţa cuvintelor terminate în „ing" ca fiind mai ridicată decât a celor cu „n" în penultima poziţie. Distorsiunile din evaluarea frecvenţei sunt o consecinţă a uşurinţei de a ne reaminti itemii respectivi. Particula „ing" marchează în limba engleză diverse timpuri verbale, ca atare valoarea sa de activare este mai ridicată, acţionând ca o amorsă în reamintirea cuvintelor din care face parte. Pe de altă parte, poziţionarea literei „n" nu este un marker semnificativ pentru cuvintele din limbajul natural (limba engleză). În plus, inhibiţia laterală reduce valoarea de activare a acestei unităţi cognitive, împiedicând amorsarea itemilor corespunzători. Rezultatul accesibilităţii diferite a itemilor memoraţi determină acordarea de probabilităţi sau frecvenţe diferite.

Experimentele asupra relaţiei dintre uşurinţa reamintirii şi evaluarea probabilităţilor s-au efectuat pe itemi lingvistici deoarece, în acest caz, e posibil un control mai bun al variabilelor. Efectul relevat de aceste investigaţii este însă mult mai răspândit. El vizează aprecierea probabilităţii oricăror populaţii de evenimente la care nu avem acces direct. De exemplu, având mai vii în memorie accidentele aviatice cu aparate „Boeing", vom considera că probabilitatea accidentelor este mai mare cu acest tip de avioane, decât cu aparate de tip „Topoleev" să zicem. Neavând acces la numărul exact de zboruri „Boeing" şi numărul exact de accidente înregistrate cu acest tip de aparate de zbor pentru a putea face calculul ratei accidentelor, recurgem la cunoştinţele disponibile în memorie. Accesibilitatea mai rapidă a unor informaţii ne face să le acordăm probabilităţi mai ridicate. Vom decide să zburăm cu „Topoleev", deoarece „nu ne amintim să se fi întâmplat vreun accident cu aceste aparate", chiar dacă caracteristicile lor tehnice sunt inferioare avioanelor „Boeing". În mod similar, probabilitatea de repetare a unei catastrofe naturale este estimată diferit de supravieţuitori imediat după catastrofă, decât mai târziu. Cu cât trece timpul, experienţa catastrofală este mai greu de reamintit, subestimându-se tot mai mult probabilitatea ei de a se repeta.

Putem valida şi altfel efectul accesibilităţii cunoştinţelor din memorie asupra deciziei. Din teoria prototipurilor cunoaştem că prototipul sau exemplarul reprezentativ al unei clase este cel mai uşor de reamintit. Rezultă logic că, dacă accesibilitatea influenţează modul de asignare a probabilităţilor, atunci prototipului i se va acorda cea mai ridicată probabilitate. Dar acest lucru a fost dovedit deja într-unul dintre subcapitolele anterioare (8.3.2.). În general vorbind, toţi factorii care contribuie la modularea accesibilităţii itemilor memoraţi influenţează, indirect, personalitatea deciziei.

8.3.5. Post-evaluarea alternativelor

După consumarea unei decizii care l-a dus la eşec, decidentul reconsideră adesea decizia sa anterioară, culpabilizându-se pentru neluarea în seamă a unor date esenţiale şi „uşor de observat". Adesea această culpabilizare ia forme anormale, degenerând în reacţii nevrotice depresive sau compensatorii. Cât firesc şi cât nefiresc există în această blamare a propriei persoane?

Arkes şi colab. (1981) au prezentat în faţa a cinci grupuri de clinicieni simptomatologia mai multor cazuri. Pentru fiecare caz, subiecţii trebuiau să evalueze probabilitatea corectitudinii fiecăreia dintre cele patru categorii de diagnostic oferite de experimentatori. Pentru a realiza acest lucru, unul dintre grupuri era solicitat să aprecieze plauzibilitatea fiecăruia dintre cele patru tipuri posibile de diagnostic imediat după prezentarea lor. Celorlalte patru grupuri li s-a spus care este diagnosticul corect, dar au fost insistent solicitate să facă la rândul lor evaluarea plauzibilităţii categoriilor de diagnostic *ignorând* răspunsul corect. Cu alte cuvinte, li s-a cerut să se bazeze doar pe propriile lor cunoştinţe şi simptomatologia prezentată. Aşadar, primul grup făcea evaluarea unor variante fără să ştie răspunsul corect, pe când celelalte grupuri ştiau acest lucru, dar li se cerea să nu-l ia în seamă, căutând să se bazeze numai pe simptomatologia oferită.

S-a constatat că probabilitatea asignată variantei corecte este de 2-3 ori mai mare în cazul grupurilor cărora li s-a oferit această informaţie, decât pentru cei care nu o posedau. Aşadar, subiecţii care cunoşteau decizia corectă n-au putut să facă abstracţie de acest lucru. Generalizând (vezi şi datele oferite de Fischhoff, 1982), *cunoaşterea deciziei corecte distorsionează aprecierea dificultăţii iniţiale a deciziei*. Acelaşi lucru se întâmplă în cazul în care, după ce a decis incorect, decidentul descoperă care ar fi fost decizia corectă. El tinde să subevalueze dificultatea iniţială a deciziei, cunoaşterea deciziei corecte influenţând modul de percepţie a deciziei iniţiale. Mai simplu spus, decizia pe care am luat-o anterior nu a fost nici pe departe atât de uşoară cât ni se pare nouă că ar fi fost, după ce am aflat care era, de fapt, decizia corectă. O mare parte din autoblamarea care survine ulterior este nejustificată.

8.3.6. Eroarea jucătorului

Vizând, în primul rând, validitatea ecologică a rezultatelor, s-au întreprins o serie de cercetări asupra deciziei în mediul „natural" al decidenţilor. Într-unul dintre aceste locuri (cazinoul) s-a constatat un fenomen destul de frecvent, o eroare comisă adesea de jucătorii la ruletă sau alte jocuri de noroc, numita *gambler fallacy*: *combinarea eronată a probabilităţilor independente*. Două evenimente sunt independente probabilistic dacă probabilitatea de realizare a unuia nu se corelează, în nici un fel, cu probabilitatea de apariţie a celuilalt. De exemplu, dacă aruncăm de 10 ori o monedă şi de 8 ori iese „stema", frecvenţa ridicată a acestui eveniment nu are nici

o legătură – nu ne poate sugera nimic – despre frecvenţa de apariţie a celuilalt fenomen (iese „banul").

În mod frecvent, jucătorii la „ruletă" sau alte jocuri de noroc combină în chip eronat probabilităţile independente. Dacă în ultimele câteva jocuri a „ieşit" – să zicem – „15 negru", majoritatea indivizilor sunt înclinaţi să mizeze pe alt număr şi/ sau culoare, considerând că „15 negru" şi-a epuizat posibilităţile de apariţie, probabilitatea cea mai mare având-o un alt eveniment, diferit de primul. În realitate, probabilităţile celor două evenimente sunt independente, nici unul neputând să ne modifice incertitudinea faţă de celălalt. Reluând exemplul iniţial, faptul că, din 10 aruncări ale monedei, de 8 ori a ieşit stema nu ne spune nimic despre probabilitatea de apariţie a uneia din cele două variante posibile la a unsprezecea aruncare. Cele două probabilităţi sunt independente.

8.4. Variabilitatea preferinţelor. Raţionalizarea alegerilor

În subcapitolul anterior au fost analizaţi câţiva dintre factorii care modifică evaluarea variantelor asupra cărora urmează să se decidă opţiunea. Preferinţa pentru o posibilitate dintr-o mulţime disponibilă e influenţată determinant de schema cognitivă, reprezentativitate, „ancore", accesibilitatea în memorie etc. Deci, preferinţa pentru o variantă nu este rezultanta unui algoritm invariabil cum ar fi cel de calcul al utilităţii sau valorii aşteptate, decât în situaţii artificiale sau extrem de simple. Dimpotrivă, preferinţele indivizilor sunt variabile, dependente de o serie întreagă de factori cognitivi. Limitele de reprezentare şi procesare imanente sistemului cognitiv uman fac ca valorile şi/sau preferinţele noastre să nu intre într-o ordine stabilă, fixă. Prin forţa împrejurărilor, ocupăm poziţii diferite în societate, în diverse perioade sau grupuri dobândim statusuri şi roluri diferite. Iar acestea generează valori şi preferinţe diferite, adesea conflictuale. Preluând o formulare a lui G. Shafer (1986), demonstrarea variabilităţii deciziilor sau preferinţelor noastre este cel mai important rezultat al celor trei decenii de cercetări experimentale (*apud* Payne şi colab., 1988, p. 91).

Fluctuaţia preferinţelor sau valorilor pe baza cărora luăm decizii nu exclude utilizarea logicii în procesul decizional. Chiar dacă, în majoritatea situaţiilor, raţionalitatea decidentului e limitată de resursele cognitive şi de timp şi/sau de factorii de distorsiune semnalaţi anterior, subiectul uman nu se comportă total iraţional sau aleatoriu. Chiar dacă alegerea unei variante nu se bazează pe un calcul riguros şi aceasta nu este cea optimă, individul *îşi raţionalizează* (= îşi justifică) decizia. O dată exprimată, o preferinţă capătă consistenţă şi credibilitate în ochii decidentului şi ai celorlalţi prin justificarea ei. Adesea, această justificare nu relevă motivele reale ale opţiunii făcute, ci este o *raţionalizare*. Rolul construcţiei de argumente justificatoare în procesualitatea deciziei a fost evidenţiat în numeroase

rânduri (Slovic, 1975, Johnson, 1989, Hubel şi colab., 1982). Montgomery (1983) propune chiar un model al deciziei bazat pe ideea că decidentul se hotărăşte asupra acelei variante pentru care are suficiente argumente, încât să înlăture un eventual conflict cognitiv rezultat de respingerea celorlalte posibilităţi disponibile. Hubel, Payne şi Puta (1982) arată că preferinţa pentru o opţiune A faţă de una B se accentuează dacă se adaugă o a treia variantă C, inferioară lui A (dar nu şi lui B) din mai multe puncte de vedere. Această variantă C oferă decidentului noi argumente care să-i justifice preferinţa pentru A.

Producerea de argumente care să susţină o opţiune e mult mai evidentă în cazul deciderii între două posibilităţi greu de comparat. De regulă, cercetările asupra comportamentului decizional au vizat variante *comparabile*, aparţinând aceluiaşi domeniu, având *aproximativ* aceleaşi consecinţe (ex. : preferinţa pentru două modalităţi de a câştiga bani, preferinţa pentru un program de televiziune din mai multe disponibile etc.). E.J. Johnson (1989) a iniţiat o serie de cercetări asupra deciziei între variante eterogene aparţinând unor clase diferite. De exemplu, având o sumă de bani, un individ trebuie să opteze între a-şi cumpăra un televizor color sau a-şi petrece vacanţa la mare. Cele două opţiuni aparţin unor clase diferite, au consecinţe diferite. În astfel de condiţii, producerea de argumente pentru susţinerea uneia este mult mai bogată şi mai laborioasă. De pildă, se vor construi *caracteristici abstracte*, care să facă cele două variante comparabile : atât cumpărarea unui televizor color, cât şi o vacanţă pe malul mării oferă posibilităţi de petrecere în mod plăcut a timpului liber, iar din acest punct de vedere (*construit* de decident), o variantă va apărea ca fiind preferabilă celeilalte. Acest gen de rezultate ne atrag atenţia asupra riscului implicat de respingerea pripită a modelelor raţionaliste din teoria deciziei. Paradigma experimentală care a dominat cercetările asupra procesului decizional a avut în vedere alegerea dintre variante din acelaşi domeniu (omogene). În cazul acestui tip de opţiune, impactul calculului raţional asupra deciziei este puternic parazitat de schemele cognitive semnalate. Ponderea raţionalităţii pare însă mult mai însemnată când se pune problema deciziei între variante eterogene. Lărgirea paradigmei experimentale ar putea duce la reconsiderarea calculului logic (raţional) în dinamica deciziei.

8.5. Sumar

Investigarea procesului decizional a apelat la două categorii de modele : normative şi descriptive. Modelele normative presupun că decidentul se comportă raţional, este omniscient (cunoaşte toate posibilităţile disponibile şi consecinţele lor) şi dispune de resurse computaţionale şi de timp suficiente. Ca atare, decizia optimă se obţine pe baza unor algoritmi de calcul al valorii opţiunilor sau al utilităţii pe care subiectul le-o atribuie. Utilitatea unei opţiuni constă în percepţia subiectivă a valorii sale. Asumpţiile care stau la baza modelelor descriptive au fost atacate din perspectiva

teoriei raţionalităţii limitate. Se presupune că decidentul dispune de resurse finite, prin urmare, el îşi creează o reprezentare mintală simplificată a variantelor între care trebuie să opteze. În interiorul acestui model mental simplificat („limitat"), subiectul se comportă raţional. O serie de factori cognitivi pot influenţa calculul asupra posibilităţilor: schema cognitivă, gradul de prototipi-calitate, accesibilitatea din memorie a cunoştinţelor relevante, „ancorarea" şi raţionalizarea. Lărgirea paradigmei experimentale prin reconsiderarea deciziei între variante eterogene ar putea oferi rezultate interesante despre mecanismele cognitive implicate în procesul decizional.

Capitolul 9

REZOLVAREA DE PROBLEME ŞI RAŢIONAMENTUL

9.1. Rezolvarea de probleme

Confruntarea cu situaţii problematice şi tentativele de rezolvare a acestora ocupă o mare parte din sfera comportamentului uman. Principala finalitate a sistemului cognitiv este de a rezolva probleme. Reprezentarea cognitivă a mediului şi calculele efectuate asupra acestor reprezentări sunt realizate cu scopul de a spori adaptabilitatea organismului la mediu, de a-l ajuta să rezolve problemele cu care se confruntă, pentru care instinctele sale nu sunt suficiente.

Spre deosebire de celelalte componente ale sistemului cognitiv (ex. : procesarea informaţiei vizuale, atenţia, memoria etc.), care formează sisteme funcţionale specifice, susţinute adesea de structuri anatomo-fiziologice relativ individualizate, mecanismele rezolvării de probleme au un caracter *globalist*, cuprinzând toate celelalte sisteme. O performanţă rezolutivă deficitară poate fi rezultatul funcţionării neadecvate a unui singur „bloc cognitiv" (ex. : a memoriei, a categorizării sau recunoaşterii etc.), în condiţiile funcţionării adecvate a tuturor celorlalte mecanisme implicate în rezolvarea problemei respective. Rezolvarea de probleme este, aşadar, o *rezultantă a funcţionării interactive* a mecanismelor cognitive studiate anterior. Deşi raţionamentul poate fi inclus în rezolvarea de probleme, procesul racionativ constituie un calcul specific, diferit de alte strategii rezolutive. Pentru a nu ajunge la o abordare generală a raţionamentului prin aglutinarea diferenţelor sale faţă de alte proceduri rezolutive, am optat pentru tratarea sa separată. În consecinţă, prima parte a capitolului va viza definirea „problemei", a metodelor de investigare a procesului rezolutiv, inclusiv strategiile euristice şi algoritmice, iar a doua parte va aborda problematica raţionamentului.

9.1.1. Ce este o problemă ?

Debutul cercetărilor sistematice asupra rezolvării de probleme a fost făcut de W. Köhler (1927), un psiholog gestaltist german binecunoscut, care a emigrat în SUA la sfârşitul anilor '30. Fiind surprins de începutul primului război mondial în Tenerife (Insulele Canare), Köhler a început să studieze comportamentul rezolutiv

al membrilor unei colonii de cimpanzei captivi. Subiectul său preferat de studiu se numea *Sultan*. Una dintre problemele cu care se confrunta Sultan era aceea de a obţine o banană aflată la distanţă faţă de cuşca sa, folosindu-se de câteva beţe de bambus. La început, unul dintre beţele de bambus era suficient pentru a-l ajuta să-şi dobândească banana respectivă. Ulterior, Köhler i-a pus la dispoziţie două beţe, dar nici unul dintre ele nu era suficient de lung pentru ca cimpanzeul să-şi apropie hrana. După tentative repetate de utilizare a unui singur băţ, lui Sultan îi „vine ideea" să monteze cele două beţe – unul în prelungirea celuilalt – reuşind să-şi dobândească hrana mult dorită. Această „iluminare" bruscă ce duce la soluţia corectă, după tentative nereuşite, a fost botezată *insight* sau „aha-reacţie", şi a jucat un rol important în paradigma gestaltistă din psihologia deceniilor trei-patru ale secolului nostru.

Având în minte exemplul prezentat mai sus, să ne întrebăm acum ce este o problemă. O problemă apare atunci când *subiectul intenţionează să-şi realizeze un scop, sau să reacţioneze la o situaţie-stimul, pentru care nu are un răspuns adecvat stocat în memorie.* Mai exact, o problemă apare când există:

a) *o stare iniţială* a organismului şi a mediului său. În cazul nostru, Sultan se află închis într-o cuşcă, având la dispoziţie câteva beţe de bambus, iar undeva, în afara cuştii – o banană.

b) *o stare-scop* – o situaţie dezirabilă, diferită de cea iniţială, pe care subiectul e motivat să o atingă. În cazul lui Sultan – aducerea bananei în interiorul cuştii sale pentru a-şi satisface foamea.

c) *o mulţime de acţiuni sau operaţii* a căror realizare face *plauzibilă* atingerea scopului; în exemplul oferit mai sus – repertoriul de acţiuni pe care le poate face Sultan (ex.: să întindă unul din membrele sale, să folosească unul din beţe sau să-l concateneze), pentru a obţine „premiul" dorit.

Absenţa uneia dintre aceste caracteristici suspendă problema. De pildă, dacă situaţia actuală este complet satisfăcătoare, dacă nu există o situaţie diferită de cea actuală pentru care subiectul să fie motivat, nu ne confruntăm cu nici o problemă, „n-avem probleme", cum se spune în limbajul cotidian. Trebuie să avem capacitatea de a întrevedea o altă stare de lucruri decât cea prezentă şi să fim motivaţi să o atingem pentru a putea apărea problema. Dacă nivelul intelectual nu ne permite să întrezărim o altă stare de lucruri decât cea actuală sau dacă realizarea acesteia nu oferă nici o satisfacţie, nu satisface nici o trebuinţă, nu ne oferă nici o întărire pozitivă, trăim „fără probleme".

În mod similar, dacă nu dispunem de un repertoriu de acţiuni sau operaţii care să ne permită atingerea scopului, comportamentul rezolutiv nu apare. Trebuie să considerăm că disponibilităţile noastre operatorii sau acţionale fac cel puţin plauzibilă realizarea scopului pentru ca să vedem în diferenţa dintre starea iniţială şi starea dezirabilă o problemă. Să luăm, de pildă, problema construirii unui perpetuum mobile. E clar că o stare de lucruri în care apare un perpetuum mobile este diferită de starea prezentă, în care orice mişcare are nevoie de un input iniţial şi este finită

în spaţiu şi timp. E la fel de evident că am dori să dispunem de o astfel de maşinărie. Dar cunoştinţele pe care le avem, mijloacele de calcul şi procedeele tehnologice de care dispunem fac total implauzibilă construcţia unei astfel de maşini. În consecinţă, nici un om (de ştiinţă) serios nu-şi mai pune o astfel de problemă. Poate doar copiii sau alienaţii mintal, care, estimându-şi eronat disponibilităţile, mai persistă în realizarea unei asemenea invenţii. Estimarea *şanselor de reuşită* pentru transformarea stării iniţiale în stare-scop pe baza aplicării operaţiilor sau acţiunilor de care dispunem este esenţială pentru apariţia unei probleme. Altfel, discrepanţa dintre starea actuală şi starea-scop nu este o *problemă pentru noi*, nu e „problema noastră", deci sistemul cognitiv o eludează din procesările sale, nu ne gândim la ea.

Diferenţele existente la nivelul stării actuale, al motivaţiei pentru atingerea unei stări dezirabile, al capacităţii operatorii şi modului de estimare a şanselor de reuşită rezidă în diferenţe interindividuale ale repertoriului de probleme. Repertoriul problematic variază de la individ la individ. Acolo unde cineva vede o „problemă", altcineva trece nepăsător. Pentru creaţia ştiinţifică, de pildă, surprinderea unei probleme (*problem-finding*) este mai importantă decât rezolvarea ei (*problem-solving*) (Dillon, 1988). Parafrazând pe A. Einstein, „formularea problemei este adesea mult mai importantă decât soluţionarea sa, care poate fi nimic altceva decât o chestiune de deprinderi matematice sau experimentale" (Einstein, Infeld, 1938, p. 12).

La o analiză mai profundă, problemele pe care subiectul şi le pune depind de baza sa de cunoştinţe declarative şi procedurale. Pentru o astfel de abordare, vezi Miclea şi Radu, 1987, Miclea, 1991.

9.1.2. Spaţiul şi mediul problemei

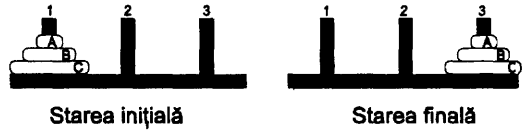
Modul în care subiectul îşi reprezintă problema constituie *spaţiul problemei*. Una şi aceeaşi problemă poate fi reprezentată diferit în mintea unor subiecţi diferiţi sau în mintea aceluiaşi subiect, în funcţie de variaţia cunoştinţelor sale şi a capacităţilor de procesare. Să presupunem că o problemă dintr-un manual de geometrie este reprezentată intern de prezumptivul rezolvitor. Problema ca atare, aşa cum este ea prezentată în manualul respectiv, formează *mediul problemei*. Reprezentarea ei internă, dependentă de sistemul cognitiv al rezolvitorului = *spaţiul problemei*. Spaţiul problemei constă într-o mulţime de stări: a) *starea iniţială* (= „ceea ce se dă"), b) *starea finală* (= „ceea ce se cere" sau se intenţionează) şi c) *stări intermediare*, care reprezintă transformări succesive ale stării iniţiale în starea finală. Toate aceste stări pot fi stări fizice (stări de lucruri) sau stări de cunoştinţe, adică structuri de cunoştinţe aflate iniţial la dispoziţia subiectului sau dobândite pe parcursul procesului rezolutiv. Adică, informaţiile accesibile rezolvitorului într-un moment dat al procesului rezolutiv. Transformarea unei stări în altă stare este făcută cu ajutorul unui *operator*. Un operator poate fi o acţiune fizică ce schimbă o stare de lucruri în altă stare de lucruri sau o operaţie cognitivă care transformă o stare de cunoştinţe într-alta. Orice operator se aplică numai dacă anterior sunt îndeplinite anumite

condiţii numite *constrângeri de aplicare* a operatorului în cauză. Rezolvarea problemei constă în aplicarea acelor operatori care vor permite transformarea stării iniţiale în starea finală, cu satisfacerea constrângerilor de aplicare. Cel mai scurt „drum" dintre starea iniţială şi starea finală constituie *soluţia optimă*.

Să luăm acum un exemplu, pentru a ilustra cele spuse anterior. Una dintre problemele cel mai mult analizate de către psihologi este cea numită *Turnul din Hanoi*.

Se dau trei discuri (A, B, C), de mărimi diferite şi trei tije (1, 2, 3). Cele trei discuri sunt aşezate în ordine crescătoare pe una dintre tije, formând un turn cu aspect oriental (de unde şi numele de „turn din Hanoi"), aşa cum se poate vedea în figura 9.1.

Fig. 9.1. *Turnul din Hanoi*



Sarcina subiectului este de a muta toate cele trei discuri de pe tija 1, pe tija 3. Starea iniţială şi starea finală sunt vizibile în figura 9.1. Între ele, ne putem imagina o mulţime de stări intermediare. Mutarea jetoanelor trebuie făcută respectând următoarele constrângeri: (a) la orice mişcare nu se poate deplasa decât un singur disc; (b) se poate deplasa numai discul de deasupra; (c) nu se poate pune un disc cu diametru mai mare peste un disc cu diametrul mai mic.

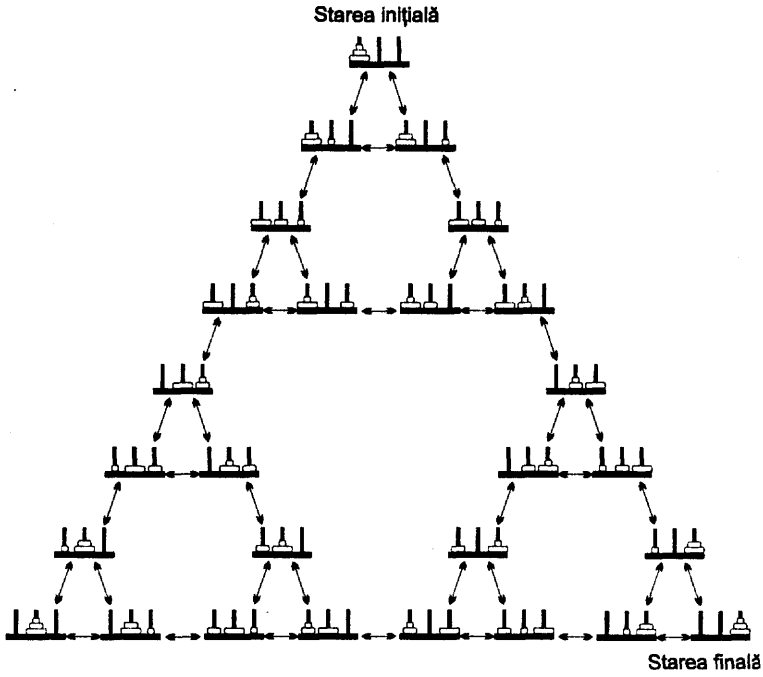
Operatorii cu care lucrează rezolvitorul constau în suita de deplasări pe care acesta le poate efectua, iar constrângerile deja menţionate sunt constrângerile sau condiţiile de aplicare a operatorilor. Rezolvarea problemei constă în mulţimea de transformări care duc de la starea iniţială (A, B, C în 1), la starea finală (A, B, C în 3). Spaţiul problemei este circumscris de mulţimea acestor stări iniţiale, intermediare şi finale, precum şi de transformările unora în altele. Figura 9.2 ilustrează spaţiul problemei „Turnul din Hanoi".

În contextul discuţiei despre spaţiul problemei, mai trebuie menţionată distincţia dintre *probleme bine definite* (*well-defined problems*) şi *probleme insuficient definite* (*ill-defined problems*). Dacă într-o problemă se specifică complet starea iniţială, starea finală, setul de operatori şi condiţiile de aplicare a acestora, avem de-a face cu o problemă bine definită (p.b.d.). Demonstrarea unei teoreme de logică simbolică este un exemplu de astfel de problemă. Se specifică starea iniţială (= axiomele din *Principia Mathematica*), se specifică *starea finală* (= teorema ce trebuie demonstrată), setul de operatori (= regulile de deducţie, de pildă, *modus ponens* şi regula substituţiei) şi condiţiile de aplicare a acestora (ex.: dacă se aplică regula substituţiei, atunci variabila substituită trebuie înlocuită în toate ocurenţele sale dintr-o expresie). Demonstrarea unei teoreme de geometrie, „Turnul din Hanoi", multe probleme de algebră, probleme de şah sau probleme de rutină din viaţa cotidiană etc. constituie tot atâtea exemple de probleme bine definite.

Problemele insuficient definite (p.i.d.) sunt cele în care nu sunt complet specificate stările problemei, sau blocul de operatori, sau condiţiile de aplicare a acestora. De pildă, a scrie o carte de psihologie cognitivă este o problemă insuficient definită.

Nu e clar precizată nici starea finală - cum trebuie să arate, în final, o astfel de carte, nici operatorii care ar permite atingerea ei. Alegerea unei profesiuni potrivite, întemeierea unui mariaj fericit sau inventarea unui nou tip de automobil sunt tot atâtea exemple de probleme insuficient definite, în care una sau mai multe dintre componentele problemei sunt slab specificate.

Fig. 9.2. *Spaţiul problemei Turnul din Hanoi.* Săgeţile indică transformările ce se pot realiza în condiţiile satisfacerii constrângerilor de aplicare a operatorilor.



H.A. Simon, care împreună cu A. Newell a pus bazele abordării rezolvării de probleme ca o deplasare, o „navigaţie" în spaţiul problemei, în celebra lor carte *Human Problem Solving* (1972), este de părere că diferenţele dintre problemele bine definite şi cele insuficient definite nu sunt insurmontabile. O mare parte din procesul rezolutiv constă în reducerea problemelor insuficient definite la probleme bine definite (Simon, 1977). Deşi lucrurile nu sunt încă pe deplin clarificate, cel puţin problema reducerii unei p.i.d. la o p.b.d. pare a fi o problemă bine definită ea însăşi.

9.1.3. Metode de cercetare a procesului rezolutiv

Cercetarea rezolvării de probleme a constituit „placa turnantă" a psihologiei cognitive până la începutul deceniului opt, „sacralizată" o dată cu apariţia lucrării lui H.A. Simon şi A. Newell (1972). Pentru studiul procesului rezolutiv s-au pus la punct o serie de metode capabile să ofere informaţii valide despre spaţiul problemei

şi procesarea informaţiei desfăşurată în cazul rezolvării de probleme. Principalele metode sunt următoarele: *analiza timpului de latenţă, protocolul gândirii cu voce tare, înregistrarea mişcărilor oculare, analiza sarcinii, analiza produselor activităţii, analiza erorilor, protocolul comportamentului motor.* Pentru cei interesaţi de metodologia cercetării, e disponibilă o vastă bibliografie pe această temă (ex.: Erickson şi Simon, 1984, Anderson, 1987, Kahney, 1986, Hoc, 1987, Richard, 1990 etc.). Cea mai bogată în informaţii s-a dovedit a fi analiza protocolului gândirii cu voce tare, celelalte metode fiind folosite mai mult ca adjuvant. Ca atare, vom proceda la o tratare separată a acestei metode.

9.1.3.1. Protocolul gândirii cu voce tare

La baza acestei metode se află asumpţia că subiectul îşi poate verbaliza cunoştinţele şi modul de procesare a acestora pe parcursul procesului rezolutiv sau ulterior. Ca atare, rezolvitorul este pus să gândească cu voce tare, fie în momentul efectuării unei operaţii, fie la sfârşitul rezolvării problemei. În primul caz avem de-a face cu o *verbalizare concomitentă*; în cel de-al doilea, cu o *verbalizare retrospectivă.*

Mai întâi, subiectul este instruit de către experimentator în ce constă gândirea cu voce tare şi i se oferă o „sarcină de probă", în care el să-şi exerseze abilitatea de verbalizare a gândirii, sub supravegherea experimentatorului. De pildă, subiectul e pus să descrie itinerariul pe care l-a folosit în dimineaţa respectivă pentru a ajunge de la locuinţa sa, în laboratorul de cercetare. Se dă apoi o sarcină cognitivă mai dificilă, pe care el trebuie să o verbalizeze. De pildă, i se cere să efectueze adunarea 834 + 452 şi să relateze toate operaţiile pe care le face, cât şi imaginile sau cunoştinţele care îi vin în minte pe parcursul rezolvării ei.

După ce subiectul a înţeles în ce constă această metodă, i se administrează sarcina propriu-zisă, pentru care avem nevoie de gândirea cu voce tare. Tot ceea ce relatează rezolvitorul se înregistrează şi se consemnează într-un protocol – *protocolul gândirii cu voce tare.* Dacă pe parcursul verbalizării subiectul tace mai mult de 5 secunde, i se sugerează să continue verbalizarea. Se recomandă utilizarea unor sugestii non-directive, de genul „încearcă să verbalizezi", acestea fiind mai eficace decât cele directive (ex.: „spune-mi *la ce* te gândeşti acum?"). Pentru a obţine informaţii suplimentare, subiecţii pot fi solicitaţi să explice şi de ce anume au procedat într-un anumit fel, la o anumită secvenţă a procesului rezolutiv. Acest gen de întrebări lungesc considerabil rezolvarea problemei, dar pot oferi informaţii suplimentare despre cunoştinţele tacite ale rezolvitorilor. Este indicat să punem acest gen de întrebări *după* terminarea sarcinii, în verbalizarea retrospectivă, căutând să evităm interferenţa dintre procesul rezolutiv propriu-zis şi sarcina de verbalizare. S-a observat, în repetate rânduri, că subiecţii verbalizează mai uşor informaţia despre *cunoştinţele* implicate în rezolvare şi mai dificil informaţia referitoare la *prelucrările* sau operaţiile efectuate. Pentru a contracara pe cât posibil această situaţie, vom acorda o atenţie specială consemnării verbelor utilizate de subiecţi şi a *conectivelor logice* („şi", „sau", „dacă", „atunci", „nici" etc.), precum şi a idiosincrasiilor de discurs, care apar în verbalizare.

După înregistrarea protocolului brut, el se transcrie, incluzând, acolo unde este cazul, şi informaţiile obţinute ulterior de la subiecţi, prin verbalizare retrospectivă sau prin întrebări lămuritoare despre anumite etape ale rezolvării. Rezultă un protocol mai complet decât cel obţinut prin verbalizarea concomitentă. Acest protocol e supus apoi analizei.

Analiza de protocol debutează cu *segmentarea* sau „frazarea" acestuia în unităţi sau componente care pot fi considerate relativ independente. De regulă, componentele de bază sunt propoziţiile. Orice propoziţie denotă fie o stare a problemei (o stare fizică sau o stare de cunoştinţe), fie o operaţie care permite transformarea stării precedente într-una succedentă. Marcarea conectivelor logice ne poate fi de mare folos în segmentarea protocolului. După segmentarea protocolului, se umplu „petele albe", adică se inferează acele procesări sau cunoştinţe care nu au fost verbalizate de subiect, dar care se pot deduce din mersul rezolvării. În acest moment, coroborarea datelor din protocol cu cele obţinute din analiza sarcinii, adică a operaţiilor care *trebuie* efectuate pentru a putea rezolva problema, sau din observarea produselor intermediare ale procesului rezolutiv se dovedeşte a fi deosebit de utilă.

Orice analiză de protocol se întemeiază pe un anumit *angajament teoretic*, care influenţează nivelul de analiză. Imixtiunea teoriei în analiză nu constituie nici o situaţie disparată, nici unică. În definitiv, toate datele de observaţie la microscop se bazează pe o anumită teorie despre microscopul utilizat (ex. : ce capacitate are el, deci ce fel de procese poate surprinde, cum variază dimensiunile fenomenelor observate în funcţie de manipularea lui, ce tip de microscop este etc.). În cazul rezolvării de probleme, fundamentul teoretic vizează setul nostru de convingeri despre ce poate fi considerată o unitate de bază (o componentă) a procesului rezolutiv, ce soluţie este între procesele imagistice şi verbalizarea lor, care este nivelul de analiză cel mai saturat în infomaţia relevantă şi/sau validă, ce anume nu poate fi verbalizat, deci trebuie inferat, care sunt premisele acestui gen de inferenţe, ce avantaje/dezavantaje oferă verbalizarea concomitentă sau cea retroactivă etc. Întrucât nu putem scăpa de acest angajament teoretic, cel mai bun lucru pe care îl putem face este: a) să ne explicităm complet asumpţiile teoretice; b) să recurgem la o mulţime minimă de astfel de asumpţii; c) să le aplicăm cât mai consecvent, la toate segmentele procesului rezolutiv. Obiectul principal al analizei de protocol constă în relevarea, exhaustivă pe cât posibil, a spaţiului problemei şi a blocului de operatori utilizat. În ciuda dificultăţilor semnalate anterior sau doar bănuite, concordanţa dintre analiza întreprinsă de experimentatori diferiţi este deosebit de ridicată. După un antrenament prealabil şi specificarea prealabilă a asumpţiilor teoretice, corelaţia dintre analizele efectuate de analişti diferiţi poate atinge r = 0,80–0,90! (Simon şi Kaplan, 1990). Cu cât expertiza analiştilor este mai ridicată, cu atât mai ridicată este concordanţa dintre analizele lor.

Să mai notăm că analiza de protocol este influenţată de scopul cu care se efectuează aceasta. Dacă intenţia este de a pune în evidenţă diferenţele interindividuale în rezolvarea de probleme, atunci unitatea de analiză trebuie să fie mai „fină". Dimpotrivă, dacă se doreşte detectarea unor euristici generale, transindividuale, se procedează la suprapunerea protocoalelor individuale şi formarea unui „protocol tip", iar segmentarea se face pe unităţi mai mari.

În fine, o dată analizat, protocolul rezultat este tradus într-un limbaj formal. Formalismele cele mai cunoscute sunt GPS (*General Problem Solving*), elaborat de Newell şi Simon şi sistemele de producere, construite de J.R. Anderson. Această transcriere poartă numele de *codare a protocolului*. Uneori se recurge şi la construirea arborelui de rezolvare a problemei. *Arborele rezolutiv* este un graf orientat având vârful în starea iniţială a problemei. Cel puţin unul din terminale corespunde stării finale sau soluţiei problemei respective. Orice stare a problemei se reprezintă printr-un nod al grafului şi orice transformare - printr-un arc.

Figura 9.2 reprezintă arborele rezolutiv al problemei „Turnul din Hanoi". S-au făcut deja primele încercări de realizare a unei codări automate a protocolului gândirii cu voce tare, creându-se programe speciale pentru traducerea segmentelor de protocol în grafuri (vezi, de pildă, programele PAS I şi PAS II). Deşi promiţătoare, aceste produse informatice reclamă consistente îmbunătăţiri pentru a se apropia de performanţele unui analist uman expert (Simon şi Kaplan, 1990).

Oferirea unui exemplu de analiză de protocol ar fi binevenită în acest moment, dar ea consumă mult timp şi, mai ales, spaţiu tipografic. Locul ei este, mai degrabă, într-un manual de lucrări practice de psihologie cognitivă, un astfel de manual aflându-se în atenţia noastră în viitorul apropiat. Pentru cei interesaţi facem trimitere la Erickson şi Simon (1984) sau Richard (1990).

Deocamdată ne mărginim să facem câteva remarci legate de valoarea şi limitele analizei protocolului gândirii cu voce tare.

Aşa cum am precizat, analistul poate solicita subiectului o verbalizare concomitentă sau una retroactivă în raport cu rezolvarea propriu-zisă. Principalul neajuns al verbalizării concomitente rezidă în posibilitatea interferenţei dintre procesul rezolutiv ca atare şi verbalizarea acestuia. Cu alte cuvinte, verbalizarea încetineşte şi (ca atare) distorsionează procesul rezolutiv. Cercetările efectuate asupra interferenţei în cazul verbalizării concomitente au reliefat că: a) verbalizarea interferează cu procesul rezolutiv, deteriorând rezolvarea, dacă subiectul verbalizează cunoştinţe nerelevante pentru etapa rezolutivă în care el se află efectiv; b) verbalizarea cunoştinţelor relevante pentru operaţia pe care el o execută în acel moment are un efect pozitiv, îmbunătăţind soluţionarea problemei. „Morala" acestor investigaţii constă în aceea că îndemnurile la verbalizare trebuie să fie non-directive, iar în instrucţia iniţială pe care i-o facem subiectului va trebui să-i atragem atenţia să verbalizeze numai cunoştinţele relevante la un moment dat pentru sarcina pe care o execută. Luate pe ansamblu, distorsiunile pe care le realizează verbalizarea concomitentă nu sunt chiar atât de mari cât ar părea la prima vedere. Experienţa de până acum legată de analiza de protocol arată că verbalizarea concomitentă oferă date valide despre dinamica procesului rezolutiv. Firește, mărimea distorsiunii variază în funcţie de caracteristicile sarcinii. Pentru o problemă de transformări imagistice, de pildă, verbalizarea introduce o distorsiune mai mare decât pentru o problemă de raţionament deductiv.

Verbalizarea retrospectivă este folosită, adesea, pentru a împiedica apariţia unor interferenţe prezente în cazul verbalizării concomitente şi pentru a obţine informaţii

suplimentare despre cunoştinţele implicate în procesul rezolutiv. Cu cât intervalul dintre realizarea sarcinii şi relatarea subiectului este mai mare, cu atât mai pregnant este riscul distorsiunii datelor. Mai remarcăm că informaţiile obţinute prin verbalizare retrospectivă nu coroborează cu datele obţinute pe baza analizei erorilor sau a timpului de latenţă. Cerându-le să-şi justifice o anumită procedură pe care au utilizat-o în rezolvarea problemei, subiecţii tind să ofere o teorie coerentă care să justifice operaţia făcută, deci o raţionalizare secundară a procesului rezolutiv (Wason, 1970). Pe baza celor menţionate mai sus, recomandăm utilizarea verbalizării retrospective mai degrabă ca adjuvant al verbalizării concomitente, decât ca sursă unică de informaţie. În plus, aşa cum am arătat, ea trebuie să succeadă imediat rezolvării problemei.

Protocolul gândirii cu voce tare, indiferent dacă este rezultat al verbalizării concomitente sau retrospective, poate conţine informaţii doar despre acele procesări care sunt conştientizate şi verbalizate. Datele obţinute în protocolul brut sunt, aşadar, rezultatul unui dublu filtraj : al conştientizării şi al verbalizării. Prelucrările cu o durată mai mică de 500 milisecunde nu sunt, de regulă, conştientizate. Ca atare, utilizarea gândirii cu voce tare pentru elucidarea modului de recunoaştere a figurilor, de pildă, sau pentru alte procese extrem de rapide este inadecvată, după cum ea nu ne poate oferi nici o informaţie despre procesările modulare implicate în primele stadii ale tratării informaţiei vizuale. Chiar dacă anumite cunoştinţe şi operaţii sunt conştientizate, prezenţa lor în protocolul brut depinde de fluiditatea şi flexibilitatea verbală a subiectului. Un subiect cu capacitate de verbalizare redusă va oferi mai puţine informaţii despre modul de rezolvare a problemei decât unul cu aptitudini verbale ridicate.

Deficienţele de verbalizare pot fi compensate prin recurs la verbalizări retroactive sau prin coroborarea informaţiilor din protocol cu alte tipuri de date, obţinute prin alte metode, precum şi prin capacitatea analistului de a infera el însuşi procesele neverbalizate, dar absolut necesare pentru desfăşurarea procesului rezolutiv.

9.1.3.2. Simularea pe calculator. Alte metode

Alături de analiza protocolului gândirii cu voce tare, cercetătorii procesului rezolutiv recurg la un întreg arsenal de metode. Pentru investigarea procesărilor implicate în rezolvarea unor probleme de geometrie, *înregistrarea mişcărilor oculare* este o metodă larg utilizată. Procedând la plasarea unor electrozi pe pleoape, cu ajutorul unor instrumente speciale, se pot înregistra sacadele şi baleiajele globilor oculari. Punctul de fixare a privirii la un moment dat este un indice despre tipul de informaţie pe care sistemul cognitiv o prelucrează în acel moment. Sacadele pe care le realizează rezolvitorul denotă comutarea atenţiei sale spre alte aspecte ale spaţiului problemei, spre alte stări de cunoştinţe. Coroborarea datelor obţinute prin înregistrarea mişcărilor oculare cu protocolul gândirii cu voce tare sporeşte gradul de validitate a cunoştinţelor noastre despre demersul rezolutiv (Preda, 1988).

Analiza sarcinii constă în descompunerea mediului problemei în componentele sale necesare şi suficiente pentru obţinerea soluţiei. De pildă, în problema „Turnul

din Hanoi" se procedează la analiza logică a sarcinii, astfel încât să putem stabili acele transformări care *trebuie* efectuate pentru a obţine soluţia. Pentru fiecare transformare se postulează un operator cognitiv, şi pentru fiecare input sau output al acesteia, câte o stare din spaţiul problemei. În acest fel putem stabili care segmente ale procesului rezolutiv au fost surprinse în protocol şi care nu. Ca atare, putem face inferenţe despre prelucrările cognitive necesare pentru rezolvarea unei probleme, dar care - din diverse motive - nu au fost menţionate de subiect în protocolul gândirii cu voce tare. Informaţii adiacente despre dinamica procesului rezolutiv putem obţine şi prin analiza erorilor (vezi Leplat, 1985) sau analiza produselor intermediare ale rezolvării ori analiza de conţinut (Weber, 1985).

Coroborate, toate aceste metode fac posibilă *simularea pe calculator* a rezolvării de probleme. A simula pe computer procesul rezolutiv înseamnă a crea un program informatic care să rezolve problema respectivă într-un mod cât mai asemănător cu cel efectuat de subiectul uman. De regulă, stările din spaţiul problemei se reprezintă prin liste şi descripţii, iar prelucrările cognitive - prin instrucţiuni, rutine (subrutine) şi programe. Dacă programul rezultat, implementat pe calculator, funcţionează şi are acelaşi output ca şi al subiectului uman, atunci se consideră că el constituie o bună teorie a procesului psihologic în cauză. Prima realizare de acest fel a fost programul L.T. (*Logical Theorist*), construit la mijlocul deceniului şase de către H.A. Simon şi A. Newell, capabil să demonstreze unele teoreme din *Principia Mathematica*. Un program ulterior, *mai* îmbunătăţit (GPS - *General Problem Solver*), a fost considerat, multă vreme, ca „o teorie generală a gândirii".

Entuziasmul pentru simularea pe calculator a proceselor rezolutive a scăzut, între timp, pe măsură ce psihologii cognitivişti au realizat că euristicile generale oferă o imagine extrem de simplificată despre funcţionarea cognitivă. Cu toate acestea, simularea pe calculator oferă o serie de avantaje, printre care menţionăm câteva. Mai întâi, ea obligă analistul sistemului cognitiv să-şi *expliciteze toate asumpţiile*, să infereze toate componentele rezolvării de probleme. Cu alte cuvinte, simularea reclamă *completitudinea* protocolului tip, altfel logicialul nu funcţionează. În al doilea rând, simularea realizează o testare a consistenţei interne a analizei de protocol, eludând posibilitatea structurării unor contradicţii. Fireşte, consistenţa internă trebuie completată cu *validitatea ecologică* a simulării respective, care vizează măsura în care ea poate genera predicţii testabile şi relevante pentru comportamentul uman în situaţii naturale. Oricum, simularea constituie o importantă sursă de ipoteze pentru adâncirea cercetării procesului rezolutiv. În general vorbind, *combinarea ingenioasă* a metodelor prezentate mai sus poate atenua neajunsurile fiecăreia dintre ele, luată în parte, oferind astfel informaţii mult mai valide despre procesul rezolutiv.

9.1.4. Strategii rezolutive

Strategiile utilizate de subiecţi pentru a „naviga" în spaţiul problemei pot fi grupate în mai multe categorii. După *vectorul* sau direcţia procedurii rezolutive, putem distinge *strategiile prospective* de *strategiile retrospective*. Primul tip grupează

acele metode de rezolvare care pornesc de la starea iniţială („ce se dă"), şi aplică diverşi operatori pentru a atinge starea finală („soluţia"). De pildă, pentru a rezolva o ecuaţie de ordinul doi, pornim de la datele cuprinse în ecuaţia respectivă, după care aplicăm o serie de operatori - specificaţi în algoritmul de calcul al acestui tip de ecuaţie - până când obţinem soluţia cerută. Acelaşi gen de strategie este pusă în joc şi atunci când pregătim un nou fel de mâncare - după o reţetă oferită de o altă persoană -, când dorim să ne facem un cocktail gustos, sau când căutăm făptaşul unei crime etc. Strategiile prospective sunt eficace mai ales atunci când starea finală nu este bine definită şi/sau când numărul de căi de acces de la datele problemei la soluţie este relativ redus.

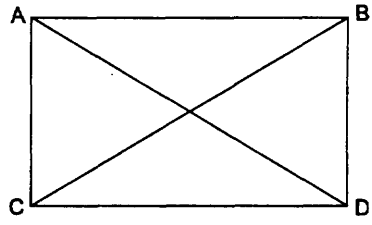
Strategia retrospectivă constă într-un demers invers, de la starea finală spre starea iniţială. Strategiile retrospective presupun cunoaşterea exactă a stării finale sau a soluţiei problemei în cauză. De pildă, demonstrarea unei teoreme de geometrie sau a unei teoreme de logică simbolică se pretează la aplicarea unor strategii rezolutive retrospective. Se porneşte de la starea finală (S_f) (i.e. - teorema de demonstrat) şi se caută o stare intermediară (S_n) asupra căreia, dacă am aplica un operator, am obţine S_f. Pentru a obţine S_n, se caută o altă stare intermediară (i.e. - o altă axiomă sau teoremă), (S_{n-1}) asupra căreia, dacă am aplica o operaţie cunoscută şi permisă de setul de constrângeri, am obţine S_n. Pentru S_{n-1} se caută starea imediat antecedentă S_{n-2} ş.a.m.d., până ajungem la S_o (= starea iniţială sau datele problemei).

Exemplu

Se dă dreptunghiul ABCD prezentat în figura 9.3.

Se cere să se demonstreze că segmentele AD şi BC sunt congruente, adică au aceeaşi lungime.

Fig. 9.3. *Ilustrarea abordării rezolutive retrospective într-o problemă de geometrie*



Într-o strategie retrospectivă, rezolvitorul va gândi astfel: „Cum aş putea dovedi că AB=BC? Aş putea dovedi lucrul acesta dacă aş arăta, mai întâi, că triunghiurile ACD şi BDC sunt congruente. Pot demonstra aceasta dacă, mai întâi, dovedesc că unghiul C (format de laturile AC şi CD), este congruent cu unghiul D (format de laturile CD şi BD). Or, acest lucru rezidă din definiţia dreptunghiului".

Paşii rezolutivi sunt următorii:

(1) S-a pornit de la starea finală S_f: AD = BC.
(2) S-a stabilit care e starea intermediară (S_n) care ar face posibilă S_f; în acest caz S_n: ACD = BDC.
(3) S-a căutat S_{n-1} din care ar putea deriva S_n (S_{n-1} este C = D).
(4) S-a stabilit că S_{n-1} poate fi dedus din S_o (= datele problemei).

Exemplul oferit mai sus are şi o altă „morală". Dacă în cercetarea procesului rezolutiv ne-am baza numai pe analiza produselor intermediare, strategiile retrospective ar fi greu de depistat, subiectul începând să scrie demonstraţia abia după ce a încheiat lanţul deductiv prezentat mai sus. Apelul la protocolul gândirii cu voce tare se dovedeşte, în acest caz, salutar.

O serie de cercetări asupra diferenţei dintre experţi şi novici în rezolvarea problemelor de fizică au reliefat faptul că novicii tind să recurgă la strategii retrospective, pe când experţii recurg la proceduri prospective (Larkin, 1981, Larkin şi colab., 1980). Să mai notăm că, în majoritatea problemelor cu care se confruntă, subiecţii recurg alternativ când la o metodă, când la cealaltă.

Din punct de vedere al *certitudinii* cu care duc la soluţia corectă, strategiile se împart în algoritmi şi euristici. *Algoritmii* sunt proceduri standardizate care garantează obţinerea soluţiei corecte printr-un număr finit de paşi. Ele sunt strict determinate şi se aplică la o clasă întreagă de probleme. Instruirea şcolară ne oferă în primul rând algoritmi, de la algoritmii de calcul aritmetic, calcul al rădăcinii pătrate sau a soluţiilor la o ecuaţie de ordinul doi, până la algoritmi de calcul integral sau de analiză a părţilor morfo-sintactice dintr-o frază. În principiu, orice procedură algoritmică poate fi implementată pe calculator, degrevând omul de calcule sau acţiuni mecanice.

Problemele de mare complexitate, cu multe variabile, care presupun adaptarea permanentă la un mediu dinamic şi hipercomplex, nu pot fi rezolvate recurgând la strategii algoritmice. De pildă, nu există algoritmi care, aplicaţi de la începutul jocului de şah, ne-ar duce în mod cert la a-i da mat adversarului. Dacă pe o tablă de şah, la un moment dat al desfăşurării partidei, se află numai 20 de piese (10 albe şi 10 negre), cu 6 mutări posibile pentru fiecare piesă (în medie), pentru a găsi următoarele două mutări *optime*, oricare dintre combatanţi ar trebui să ia în calcul un număr de 640 posibilităţi, ceea ce ar depăşi cu mult capacitatea sistemului nostru cognitiv actual. Problemele de creaţie ştiinţifică sau de decizie complexă - de la alegerea partenerului de viaţă, la alegerea profesiunii - sunt imposibil de rezolvat algoritmic.

Pentru soluţionarea lor, oamenii recurg la *euristici*. Euristicile sunt proceduri care limitează numărul de căutări în spaţiul problemei şi care ne conduc spre o soluţie. Euristicile nu garantează obţinerea soluţiei şi nici nu ne certifică faptul că soluţia obţinută este optimă. Ele nu pot duce, totuşi, la soluţii *satisfăcătoare* (Simon, 1981). În cazul jocului de şah, de pildă, pentru a sconta pe un final favorabil, vom utiliza o serie de reguli care s-au dovedit viabile în alte partide de succes : vom căuta să obţinem controlul asupra centrului, înainte de a ataca ne vom asigura regele, vom ataca cu caii înaintea nebunilor, vom menţine regina cât mai mult în joc etc. Nici una dintre aceste reguli nu ne garantează că vom câştiga partida, dar ne ajută să reducem considerabil căutările în spaţiul problemei.

Cunoştinţele de care dispune subietul, experienţa pe care el a acumulat-o într-un anumit domeniu dobândesc o funcţie euristică în contextul rezolvării de probleme. Aşa cum s-a dovedit experimental de mai multe ori, una dintre principalele deosebiri

dintre experţi şi novici vizează strategiile euristice mult mai puternice de care dispun cei dintâi, în comparaţie cu cei din urmă. Cea mai mare parte a strategiilor euristice sunt *specifice*, dependente de un context de aplicare şi de un volum de cunoştinţe bine precizate. În afară de euristicile specifice, psihologia cognitivă a pus în evidenţă şi câteva euristici *generale :* analiza mijloace-scopuri, analogia, planificarea, analiza prin sinteză (Rubinstein) etc. Primele două, fiind mai interesante, vor fi abordate în detaliu în cele ce urmează.

9.1.4.1. Analiza mijloace-scopuri

Analiza mijloace-scopuri (*means-ends analysis*) a fost intens studiată de H.A. Simon şi A. Newell. Ea constă în analiza diferenţelor dintre starea finală (S_f) şi starea iniţială (S_o) sau stările intermediare (S_k) din spaţiul problemei şi în reducerea succesivă a diferenţei prin aplicarea unui bloc de operatori. În formularea mai detaliată şi mai precisă a autorilor ei, analiza mijloace-scopuri presupune că :

1. Dacă se dă o stare şi ea nu este cea dezirabilă, trebuie detectată diferenţa dintre starea actuală (dată) şi starea dezirabilă.
2. Se caută minimalizarea diferenţei prin aplicarea unui operator dintr-un bloc al operatorilor.
3. Dacă nu e posibilă aplicarea operatorului care reduce diferenţa, trebuie modificată starea problemei, astfel încât el să poată fi aplicat.
4. Unele diferenţe sunt mai dificil de eliminat decât altele.

Trebuie căutată eliminarea prioritară a diferenţelor dificile, chiar cu preţul creării de noi diferenţe.

Exemplu

Utilizând GPS în rezolvarea problemei „Turnul din Hanoi", rezultă următoarea secvenţă rezolutivă :

1. Scop : Mută A, B, C pe tija 3.
2. Diferenţă : C nu este pe 3.
3. Subscop : Pune C pe 3.
4. Operator : Mutarea lui C pe 3.
5. Diferenţă : A şi B sunt peste C.
6. Subscop : Înlătură B de pe C.
7. Operator : Mutarea lui B pe 2.
8. Diferenţa : A este pe B.
9. Subscop : Înlătură A de pe B.
10. Operator : Mutarea lui A pe 3.
11. Constrângerile problemei permit aplicarea operatorului.
12. Execută mişcarea (A se mută pe 3).
13. Subscop realizat.
14. Constrângerile problemei permit aplicarea operatorului.

15. Execută mişcarea (B se mută pe 2).
16. Subscop realizat.
17. Diferenţă: A este pe 3.
18. Subscop: Înlătură A de pe 3.
19. Operator: Mutarea lui A pe 2.
20. Constrângerile problemei permit aplicarea operatorului.
21. Aplică operatorul (A se mută pe 2).
22. Subscop realizat.
23. Constrângerile permit aplicarea operatorului.
24. Aplică operatorul (C se mută pe 3).
25. Subscop realizat.
26. Diferenţă: B nu este pe 3.
27. Subscop: Mută B pe 3.
28. Operator: Mutarea lui B pe 3.
29. Diferenţă: A este peste B.
30. Subscop: Înlătură A de pe B.
31. Operator: Mută A pe 1.
32. Constrângerile permit aplicarea operatorului.
33. Aplică operatorul (A este mutat pe 1).
34. Subscop realizat.
35. Constrângerile permit aplicarea operatorului.
36. Aplică operatorul (B se mută pe 3).
37. Subscop realizat.
38. Diferenţă: A este pe 1.
39. Subscop: Mută A pe 3.
40. Operator: Mutarea lui A pe 3.
41. Constrângerile permit aplicarea operatorului.
42. Aplică operatorul (se mută A pe 3).
43. Subscop realizat.
44. Diferenţă nulă.
45. Scop realizat.

Rezumând acum, toată strategia de analiză mijloace-scopuri se poate reduce la aplicarea *recursivă* a următorilor paşi:

(1) Compară starea actuală cu starea dezirabilă. Dacă nu există nici o diferenţă, problema e rezolvată. Dacă se constată diferenţe, treci la punctul (2).

(2) Selecţionează un operator care va reduce o diferenţă (de regulă, cea mai însemnată diferenţă).

(3) Dacă operatorul se poate aplica, aplică-l. Dacă nu, stabileşte-ţi ca subscop realizarea unei stări care va face posibilă aplicarea operatorului respectiv.

(4) Inferează (3).

(5) Revino la (1).

După cum se poate observa, analiza mijloace-scopuri combină strategia retrospectivă cu cea prospectivă pe parcursul procesului rezolutiv. Ea scoate în relief faptul că rezolvarea de probleme, deci inteligenţa în general, este un comportament direcţionat, intenţionat. *Intenţionalitatea este inerentă oricărui comportament inteligent.* Procesul rezolutiv este marcat de scopul urmărit (cu toate valenţele sale motivaţionale şi întăririle pozitive/negative adiacente), de capacitatea de stabilire a subscopurilor şi de blocul de operatori, adică de repertoriul de procesări de care subiectul dispune la un moment dat.

9.1.4.2. Rezolvarea prin analogie. Problema transferului

O altă strategie euristică generală este rezolvarea unei probleme prin analogie cu o altă problemă a cărei soluţie este cunoscută. Înainte de a recurge la o analiză mai detaliată a acestei strategii, să luăm ca exemplu o problemă adaptată de Gick şi Holyoak (1980) după Dunker (1945).

Să presupunem că, fiind medic, aveţi un pacient cu o tumoră la stomac. Bolnavul nu poate fi operat, dar dacă tumora nu va fi distrusă el va muri. Puteţi însă recurge la radioterapie. Pentru a distruge tumora, radiaţiile utilizate trebuie să aibă o anumită intensitate şi să atingă concomitent ţesutul malign. Dacă radiaţia ar atinge intensitatea dorită, în drumul ei spre tumoră va distruge toate ţesuturile sănătoase, creând mari prejudicii sănătăţii pacientului. Dacă radiaţiile au o intensitate mai scăzută, ele nu vor distruge ţesuturile sănătoase, dar nici nu vor remedia protuberanţa malignă. Cum s-ar putea distruge tumora fără să distrugem ţesuturile sănătoase?

Invităm cititorul să caute o soluţie la această problemă. Abia după ce a făcut câteva tentative, îi recomandăm să citească textul următoarei povestiri (*apud* Gick şi Holyoak, 1980):

„O ţară îndepărtată era guvernată de un tiran sângeros care trăia într-o fortăreaţă puternică din mijlocul ei. Fortăreaţa era înconjurată de numeroase aşezări omeneşti. Un general rebel şi-a pus în gând să cucerească fortăreaţa şi să-l înlăture pe dictator. El ştia că dacă toate trupele sale vor ajunge concomitent în faţa bastionului, prin forţa şi numărul lor vor putea să-l cucerească. Accesul în fortăreaţă se putea face pe mai multe drumuri. Generalul şi-a concentrat trupele la capătul unei căi de acces, hotărât să-şi îndeplinească planul. Înainte de a porni atacul, el a aflat însă că toate drumurile sunt minate, astfel încât pe orice drum puteau înainta în siguranţă doar un număr redus de oameni. Dimpotrivă, atacul concentrat, cu toate trupele, ar pricinui nu numai moartea multora dintre soldaţii săi, ci şi distrugerea aşezărilor omeneşti din împrejurimi. În aceste condiţii, se părea că fortăreaţa este imposibil de capturat.

Ingenios, generalul a găsit, totuşi, soluţia. El şi-a divizat armata în grupe mici, aşezându-le la capătul fiecărei căi de acces, astfel încât înaintarea lor se putea face fără pierderi. Le-a ordonat să înainteze în ritm uniform, astfel încât să ajungă în acelaşi moment în faţa fortăreţei. Aranjându-şi astfel trupele, generalul a cucerit fortificaţiile şi l-a înlăturat pe dictator".

Încercaţi acum să rezolvaţi din nou problema iniţială. Dacă nu aţi reuşit, continuaţi cu lectura istorioarei de mai jos:

„Un incendiu violent a izbucnit într-un anumit loc. Cei care erau în preajmă au sărit să-l stingă. Din păcate, deşi aveau apă suficientă, nu dispuneau decât de găleţi cu care să o transporte la baza incendiului. Focul era însă atât de violent, încât dacă se arunca apa dintr-o singură găleată, apa aruncată se evapora aproape instantaneu, fără nici un efect. Oamenii au găsit totuşi soluţia. Ei s-au hotărât să arunce apa din mai multe găleţi concomitent. În acest fel, incendiul a fost localizat, apoi stins".

Reveniţi acum la prima problemă şi încercaţi să o soluţionaţi. În investigaţia efectuată de Gick şi Holyoak după prezentarea primei probleme, doar 10% dintre subiecţi au reuşit să ofere soluţia adecvată. După prezentarea celorlalte două variante, procentajul celor care au rezolvat cu succes problema iniţială a crescut aproape la 100%. Această îmbunătăţire considerabilă a performanţelor s-a datorat analogiei stabilite între problema iniţială („problema ţintă") şi problemele prezentate ulterior („probleme sursă"). Apoi, pe baza analogiei, s-a putut *transfera* procedura de rezolvare de la cele două variante la problema ţintă. Euristica rezolvării prin analogie cuprinde, aşadar, două etape: (a) stabilirea analogiei; (b) transferul.

Două obiecte (stări, probleme etc.) notate cu X şi Y sunt analoage, dacă descoperim un punct de vedere, astfel încât X poate fi văzut ca Y şi Y ca X. Centrul de greutate al definiţiei de mai sus este „punctul de vedere". Esenţială pentru stabilirea unei analogii este descoperirea unui astfel de punct de vedere. X şi Y pot diferi sub multe alte aspecte, din multe alte puncte de vedere. Important însă este ca analogia descoperită să fie *relevantă* pentru rezolvarea problemei.

Pe baza analogiei se poate realiza transferul de la o problemă anterioară, rezolvată, la problema ţintă. Problematica transferului este extrem de complexă, de aceea nu o vom aborda exhaustiv în cele ce urmează (vezi, însă, în acest sens, Anderson, 1985, Campione şi Brown, 1985). Ne vom opri doar la două chestiuni: (1) Ce anume se transferă? (2) Cum se realizează transferul?

Căutând răspunsul la prima întrebare, menţionăm că obiectul transferului este fie *spaţiul problemei*, adică structura de scopuri şi subscopuri, fie *procedura* de rezolvare, adică secvenţa de operatori care ne permite să navigăm prin spaţiul problemei. Analogia dintre problema ţintă oferită mai sus şi cele două probleme ulterior prezentate (*probleme sursă*) a permis rezolvitorului să înţeleagă că este vorba de scopuri şi stări iniţiale similare şi că stările intermediare pot fi, de asemenea, asemănătoare; pe scurt, că arborele de scopuri şi subscopuri (= spaţiul problemei) este analog, în cele trei cazuri. Analogia spaţiului problemei nu trebuie neapărat să vizeze toate stările problemei. E suficient să stabilim analogia unei submulţimi a lor. Operatorii utilizaţi în cele trei cazuri sunt diferiţi: aruncarea concomitentă a găleţilor cu apă, împărţirea şi înaintarea concomitentă a grupelor de soldaţi, calculul intensităţii radiaţiei şi iradierea concomitentă a ţesutului malign. Aşadar, în acest caz, structura scopurilor şi subscopurilor este similară, operatorii sunt diferiţi.

Când atât spaţiul problemei, cât şi blocul de operatori utilizaţi *pentru rezolvare* sunt analoage în cazul problemei ţintă şi al problemei sursă, se realizează un transfer al *procedurii* de rezolvare. De pildă, în cazul în care construim o serie de matrice similare celor de tip Raven, modificând doar configuraţiile interne ale fiecărei table, dar menţinând aceeaşi structură a scopurilor şi aceiaşi operatori, se realizează un transfer de proceduri. În mod similar, putem să construim sarcini analoage „Turnului din Hanoi", utilizând patru sau cinci jetoane în loc de trei. Şi în acest caz, structurile scopurilor şi procedura sau secvenţa de operatori utilizate sunt analoage. Dacă două probleme au acelaşi spaţiu şi acelaşi bloc de operatori de transformare a stărilor din spaţiul problemei, se numesc *izomorfe*. Dacă structura scopurilor şi subscopurilor sau blocul de operatori se suprapune doar parţial, avem de-a face cu probleme *analoage*.

În contextul îmbogăţirii instrumentale (*instrumental enrichment*) şi învăţării mediate (vezi Feuerstein, 1993), consideraţiile de mai sus pot avea aplicaţii interesante. Ele ar permite *gradarea transferului.* Dacă oferim subiecţilor probleme izomorfe, transferul este cel mai facil, deci mai rapid, deoarece structura de scopuri şi blocul operatorilor sunt identice, atât ca număr, cât şi ca variante. Transferul e mai dificil dacă problemele sunt doar *analoage* şi rezolvarea constă într-un transfer de proceduri. În acest caz, structura de scopuri şi blocul operatorilor se suprapun doar parţial.

În fine, transferul e şi mai dificil dacă problema ţintă şi problema sursă sunt analoage doar la nivelul structurii de scopuri (nu şi la nivelul blocului de operatori). Să luăm ca exemplu problema „Turnului din Hanoi", în varianta sa „clasică", prezentată în acest capitol. Ea va fi problema sursă. Putem construi o problemă ţintă izomorfă prin înlăturarea tijelor şi utilizarea unor jetoane magnetice, menţinând intacte toate celelalte date ale problemei. Se poate crea o problemă ţintă analoagă, bazată pe analogia structurii de scopuri şi a blocului de operatori, construind o sarcină similară, iar în loc de 3 jetoane se utilizează 5 jetoane.

În fine, putem construi o problemă în care transferul să se realizeze mai greu, deoarece analogia dintre problema sursă şi problema ţintă vizează doar structura scopurilor. De pildă, se poate genera următoarea problemă:

Într-un port se află trei vapoare (V_1, V_2 şi V_3) aşezate unul lângă celălalt. În cala lui V_1 se află 3 containere (A, B, C) care trebuie transferate pe vaporul V_3. Condiţiile de descărcare nu permit transferarea directă a containerelor de pe V_1 pe V_3, dar se poate utiliza V_2, ca intermediar. Ţinând cont de fragilitatea celor 3 containere (A e mai fragil ca B, care e mai fragil ca C) şi de mijloacele de descărcare disponibile, căpităniа portului a stabilit următoarele reguli de descărcare:

(1) nu se poate transfera decât câte un container o dată;

(2) nu se poate aşeza un container mai greu peste unul mai fragil;

(3) nu se poate muta decât containerul de deasupra.

Să se realizeze transferul celor 3 containere din V_1 în V_3.

Cred că reiese acum, destul de clar, că dificultatea transferului creşte, în cele trei situaţii. În finalul acestei invitaţii la aplicaţie în diagnosticul formativ şi învăţarea

mediată a consideraţiilor teoretice despre obiectul transferului, mai menţionăm doar că, având în vedere cele trei situaţii, potenţialul de învăţare ar trebui, probabil, calculat diferenţiat[1].

Nu orice transfer facilitează realizarea unei sarcini. Există destul de multe cazuri în care transferul unor proceduri (dobândite anterior), la noi situaţii problematice, deteriorează performanţele. Waern (1985, 1989) a analizat erorile produse de transferul unor deprinderi dobândite pe un aparat la unul nou. De pildă, multe erori comise în editarea de text pe calculator de către dactilografele mai în vârstă se datorează transferului inadecvat al unor proceduri legate de utilizarea maşinilor de scris. Astfel, înlocuirea unui caracter grafic prin altul e precedată de ştergerea primului, ceea ce nu se justifică în procesarea computerizată, editorul de text permiţând suprapunerea noului caracter peste cel vechi, mişcarea cursorului prin acţionarea tastei de spaţiere etc.

Cum se realizează transferul? Din datele, incomplete, pe care le-au oferit investigaţile asupra acestei probleme, rezultă că transferul se realizează în cel puţin două modalităţi.

Holyoak (1985), Gentner şi Landers (1985) consideră că subiecţii îşi fac o reprezentare a problemei ţintă, caracteristicile sau componentele acestei reprezentări activând caracteristicile sau componentele rezolutive similare din memorie, care activează, la rândul lor, diverse situaţii analoage. Dintre acestea, cea care primeşte valoarea de activare cea mai ridicată este reamintită ca situaţie sau problemă sursă.

Paradigma experimentală utilizată pentru susţinerea acestei idei constă în prezentarea unor relatări despre anumite probleme şi modul în care sunt acestea rezolvate. După un anumit interval de timp, subiecţii sunt solicitaţi să rezolve ei înşişi o problemă similară cu una dintre situaţiile prezentate anterior. Se observă care dintre problemele prezentate anterior devine problemă sursă. Se constată că cea care are starea finală analoagă cu problema ţintă dobândeşte valoarea de activare cea mai mare, deci este reamintită cel mai uşor, devenind problemă sursă.

A doua modalitate de realizare a transferului se face prin intermediul unei scheme cognitive mai generale. Subiectul îşi formează o reprezentare a problemei ţintă, apoi o categorizează (ex.: este o „problemă de tip..."), categoria respectivă permiţând apoi reamintirea unei probleme sursă relevante. Deci, transferul de la problema sursă la problema-ţintă este *mediat* de o schemă categorială mai generală, care nu poate fi ea însăşi utilizată efectiv în rezolvarea problemei. Ea seamănă, mai degrabă, cu un scenariu (script) cognitiv de tipul celor studiate de Schank sau Abelsen (7.2.6). Reamintindu-ne de problema ţintă şi cele două probleme sursă prezentate în acest capitol, s-a făcut observaţia că procentul de reuşită creşte semnificativ după prezentarea primei probleme sursă (p.s.1), apoi înregistrează o nouă creştere (atingând aproape 100% răspunsuri corecte) după lectura celei

1. J.C. Campione şi A.N. Brown (1985), pe baza unor investigaţii experimentale, au stabilit niveluri diferite ale potenţialului de învăţare în funcţie de durata transferului: imediată, pe termen mediu şi pe termen lung.

de-a doua probleme sursă (p.s.2). Sporul de performanţă constatat de la p.s.1 la p.s.2 se explică prin faptul că mărirea numărului de probleme sursă posibile facilitează formarea unei scheme cognitive mai generale care va activa problema sursă relevantă.

9.1.5. Sistemele de producere

Idealul oricărei ştiinţe este de a ajunge la un formalism simplu şi elegant, care să reprezinte toată complexitatea fenomenelor studiate într-un format unic, uşor de manipulat. Aceeaşi aspiraţie i-a animat şi pe psihologii care au investigat procesualitatea rezolvării de probleme. Unul dintre constructele teoretico-formale la care ei au ajuns poartă numele de sisteme de producere. Un *sistem de producere* este format dintr-o secvenţă de *reguli de producere*. *O regulă de producere* este un dublet de tipul: dacă... atunci..., în care în antecedent intră scopul şi una sau mai multe condiţii ce trebuie satisfăcute, iar în consecvent o acţiune sau operaţie. Schema generală a unei reguli de producere este, aşadar, următoarea:

Dacă ai un anumit scop (S_f)
şi condiţia 1 se realizează (C_1)
.....
şi condiţia n se realizează (S_n),
atunci execută activarea sau operaţia O.

Într-o expresie şi mai formalizată:

Dacă S_f
& C_1 & C_2,
atunci O.

Exemplu. Să presupunem că sarcina cu care ne confruntăm este aceea de a trece strada atunci când culoarea semaforului ne permite acest lucru. Toată procedura de realizare a acestei sarcini poate fi cuprinsă într-o secvenţă de reguli de producere care formează un sistem de producere.

Dacă scopul nostru este de a trece strada şi se aprinde lumina verde, *atunci* păşim.
Dacă scopul este de a păşi şi ambele picioare sunt alăturate, *atunci* păşim cu oricare dintre ele.
Dacă păşim cu un picior şi celălalt rămâne în spate, *atunci*, la următoarea mişcare, vom păşi cu piciorul rămas în spate.
Dacă scopul de a traversa strada s-a realizat şi nu dorim să mergem mai departe, *atunci* ne oprim.

Sistemele de producere constituie un formalism suficient de flexibil pentru a putea exprima o strategie rezolutivă generală de genul analizei mijloace-scopuri. Iată cum arată traducerea acestei euristici într-un sistem de producere, format din 4 reguli de producere RP 1-RP 4.

RP 1 *Dacă* scopul este de a transforma starea inițială (S_0) în starea finală (S_f) și D este cea mai importantă diferență, *atunci* stabilește ca subscopuri:

(a) să elimini diferența D;
(b) să consideri starea rezultată ca stare scop.

RP 2 *Dacă* scopul e de a elimina diferența D și O este cel mai relevant operator pentru aceasta, *atunci* stabilește ca scop aplicarea operatorului O.

RP 3 *Dacă* scopul este de a aplica operatorul O și D este cea mai semnificativă diferență dintre condiția de aplicare a lui O și starea actuală, *atunci* stabilește ca subscop:

(a) să elimini diferența D;
(b) să aplici operatorul O.

RP 4 *Dacă* scopul este de a aplica operatorul O și nu există nici o diferență între condițiile de aplicare a lui O și starea actuală, *atunci* aplică operatorul O.

Sistemele de producere pot fi *generale* sau *specifice*. Ele sunt generale dacă nu vizează o clasă anume de probleme, dependente de un domeniu specific de cunoștințe. Sistemul de producere prezentat anterior, constituit din cele patru reguli de producere (RP 1-RP 4), este general. Dimpotrivă, dacă regulile de producere sunt dependente de un domeniu de cunoștințe – mai exact, dacă în antecedent sunt scopuri și condiții specifice, iar în consecvent sunt operatori strict specifici –, ele formează un sistem de producere specific. Subiectul uman deține atât producții generale, cât și specifice. Cele generale îi dau posibilitatea să-și transfere procedurile rezolutive și/sau structura de scopuri de la un domeniu la altul, de la o problemă sursă la o problemă țintă. Producțiile specifice îi conferă, însă, un grad tot mai ridicat de expertiză într-un anumit domeniu. Cu cât un subiect dobândește mai multe reguli de producere specifice unui domeniu, cu atât mai ridicat este nivelul său de expertiză în domeniul respectiv.

Utilizarea sistemelor de producere se leagă în principal de numele lui J.R. Anderson (1983, 1985, Anderson și Bower, 1973), dar la perfecționarea și popularizarea lor au contribuit mulți alți psihologi (ex.: Brown și Van Lehn, 1980, Newell, 1973, Card și colab., 1983). Pe baza lor, Anderson a elaborat o teorie generală a arhitecturii cognitive (ACT*), iar specialiștii din inteligența artificială au utilizat aceleași sisteme de producere la construirea de sisteme expert pentru stabilirea diagnosticului unei boli sau de investigare geologică etc. Sistemele de producere pot formaliza, de asemenea, învățarea care are loc pe parcursul procesului rezolutiv. Ele sunt însă mai puțin eficiente în modelarea recunoașterii, a procesărilor secundare ale informației perceptive în general.

9.1.6. Neurobiologia rezolvării de probleme

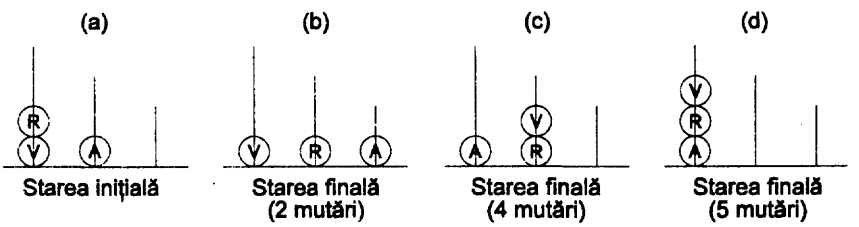
După consideraţiile de ordin reprezentaţional despre spaţiul problemei şi navigaţia în interiorul acestuia, urmate de o scurtă analiză computaţională pe baza sistemelor de producere, vom proceda la o sumară trecere în revistă a datelor de la nivelul implementaţional referitoare la procesul rezolutiv.

Am arătat la începutul acestui capitol că rezolvarea de probleme este o *rezultantă* a conlucrării tuturor componentelor sistemului cognitiv. Dacă unul dintre aceste subsisteme funcţionează deficitar, această deficienţă se reflectă în scăderea performanţelor rezolutive. Ca urmare a caracterului integrativ al procesului rezolutiv, şansele de a desoperi o structură neurobiologică specifică, responsabilă exclusiv de rezolvarea de probleme, sunt extrem de reduse. Cu toate acestea, nu toate ariile cerebrale contribuie în aceeaşi măsură la realizarea procesului rezolutiv. Ponderea lor este diferită.

Cercetările de neurobiologie a gândirii au arătat că în rezolvarea de probleme un rol important revine *lobilor frontali* şi *parietali*. Lobii parietali sunt implicaţi îndeosebi în operaţiile cu conţinuturi obiectuale, cu referinţă în realitatea perceptivă, pe când activitatea lobilor frontali se corelează, în primul rând, cu operarea asupra unor conţinuturi formale abstracte. Pacienţii cu leziuni ale lobilor frontali îşi pierd (parţial sau în întregime) capacitatea de a înţelege aforismele sau proverbele, de a sesiza contradicţia sau absurditatea unor judecăţi, de a organiza mintal într-o structură propoziţională logică elementele unei judecăţi prezentate în dezordine şi de a stabili valoarea de adevăr a judecăţii date (ex.: „Pământul, mişcă, Soarele, jurul, în, se") (Arseni, Golu, Dănăilă, 1983).

Alte date experimentale au evidenţiat faptul că focarele lezionale din jumătatea anterioară a lobului frontal din emisfera dominantă au determinat tulburări ale schemei spaţio-temporale şi, mai ales, ale *planificării* rezolvării problemei. Acest lucru a fost dovedit de Shallice (1982), comparând performanţele unor pacienţi cu diverse leziuni cerebrale la o sarcină numită „Turnul Londrei". Trei bile de culori diferite erau înşirate pe nişte tije, ca în figura 9.4.a.

Fig. 9.4. *Turnul Londrei* (după Shallice, 1982) (R=roşu; V=verde; A=albastru).



Experimentatorul stabilea diverse configuraţii ale bilelor respective (figura 9.4.b-d), pe care subiecţii trebuiau să le realizeze efectuând minimum de mişcări posibile. Dificultatea era operaţionalizată prin numărul de mutări necesare pentru obţinerea configuraţiei cerute.

Se constată, mai întâi, că performanţele pacienţilor cu leziuni cerebrale sunt mai modeste decât ale lotului de control format din subiecţi normali. Cea mai scăzută performnaţă era înregistrată în cazul pacienţilor cu leziunea lobilor frontali, ea devenind tot mai evidentă o dată cu trecerea la variante mai complicate ale sarcinii. Aceste rezultate se datorează tulburării procesului de *planificare*: ei nu puteau stabili ordinea corectă a scopurilor şi subscopurilor ce trebuiau atinse.

Să mai menţionăm că neurobiologia procesării informaţiei, numită, în ultima vreme, *neuroştiinţa cognitivă*, este abia la început. E de aşteptat ca ea să ne ofere rezultate tot mai interesante în anii ce vin.

Comparând acum rezultatele obţinute în cercetarea procesului rezolutiv la diverse niveluri: *computaţional*, *reprezentaţional* şi *implementaţional*, se pot observa atât progresele inegale înregistrate, dar şi fertilitatea unei astfel de abordări multinivelare a unui proces cognitiv, în speţă, rezolvarea de probleme. Dacă ne-am crampona de un anumit nivel de analiză sau dacă am încerca să le reducem la unul singur, cunoştinţele noastre ar progresa mult mai lent, iar viabilitatea lor ar scădea.

9.2. Raţionamentul

9.2.1. Logica şi psihologia raţionamentului

Raţionamentul constituie obiect de studiu atât pentru logică, cât şi pentru psihologie. De-a lungul timpului s-au menţinut numeroase confuzii între aportul celor două discipline la elucidarea procesului racionativ. Logica clasică considera că, descoperind cele trei principii fundamentale (principiul noncontradicţiei, al terţului exclus şi al raţiunii suficiente), a descoperit legile fundamentale ale gândirii reale, efective. Chiar un logician de talia lui G. Boole îşi intitula cartea în care pune bazele algebrei logice moderne *An Investigation into the Laws of Thought* (*O cercetare asupra legilor gândirii*). El nu a avut nici un dubiu că raţionamentul se efectuează în mintea oamenilor, după legile algebrice pe care le-a stabilit.

Cadrul de analiză pe care l-am adoptat pe parcursul acestei lucrări ne permite să vedem sub un alt unghi decât cel tradiţional relaţia dintre logică şi psihologia raţionamentului. Reamintind nivelurile la care poate fi analizată funcţionarea cognitivă, cel al cunoştinţelor, nivelul computaţional, reprezentaţional-algoritmic şi nivelul implementaţional, considerăm că, într-o teorie a raţionamentului, *logica* reprezintă *analiza computaţională* a acestuia. Logica ne arată pe baza căror calcule, din anumite premise se pot deduce anumite concluzii, adică stabileşte relaţia funcţională dintre premise şi concluzii. Tot logica stabileşte care sunt funcţiile racionative

corecte şi care sunt cele eronate, deci care sunt argumentele valide şi care sunt paralogisme. Din această perspectivă, psihologia raţionamentului vizează celelalte niveluri: modul cum raţionamentul este influenţat de cunoştinţele noastre, modul în care ne reprezentăm premisele în concluzie şi procedura efectivă de realizare a inferenţei, precum şi structura neurobiologică sau artificială capabilă să execute o astfel de procesare. Rezultă că, într-o teorie unitară asupra raţionamentului, relaţia dintre logică şi psihologie este, de fapt, relaţia dintre analiza computaţională a raţionamentului şi celelalte niveluri posibile de analiză a acestuia. Această integrare simplă şi elegantă a logicii şi psihologiei este un argument în plus în favoarea convergenţei lor spre o ştiinţă cognitivă unificată.

9.2.2. Tipuri de raţionament

Raţionamentul, numit adesea şi inferenţă, este o *procedură prin care se obţin informaţii noi din combinarea celor deja existente.* Deci raţionamentul (inferenţa) reclamă o trecere dincolo de informaţia dată, o producere de cunoştinţe din cele deja existente. Nu orice trecere dincolo de informaţia dată este însă inferenţă. De pildă, deşi la un moment dat vedem numai două feţe şi trei muchii ale unui cub, ştim că e vorba de un cub. La această cunoştinţă nu ajungem însă printr-o inferenţă, ci printr-o operaţie de gestalt sau o serie de procesări descendente inconştiente. În mod tradiţional, raţionamentele se împart în două mari categorii: inductive şi deductive. Vom analiza succesiv fiecare dintre ele.

9.2.3. Raţionamentul inductiv

Inferenţa sau raţionamentul inductiv constă în *producerea unei ipoteze generale pe baza unor date particulare şi a unor cunoştinţe (tacite).* În funcţie de *obiectul inducţiei,* adică de ce anume se induce, avem trei tipuri de raţionament inductiv: (1) *de inducere a unei proprietăţi*; (2) *de inducere a unei reguli*; (3) *de inducere a unei structuri.*

9.2.3.1. Inducerea unei proprietăţi

Raţionamentul de inducere a unei proprietăţi constă în inducerea sau generalizarea unei caracteristici constatate la câţiva dintre membrii unei categorii, pentru toţi membrii categoriei. De pildă, dacă constatăm că de fiecare dată când vedem un corb el are penajul negru, vom generaliza, spunând: „toţi corbii sunt negri". O proprietate a unor instanţe ale categoriei respective a devenit caracteristică pentru toţi membrii săi. Concluzia unui raţionament inductiv nu este necesar validă. Ea rămâne sub un anume provizorat, putând exista elemente ale categoriei respective care nu împărtăşesc proprietatea indusă. De aici caracterul ei ipotetic. Deşi nu este logic

necesară, inducţia are o valoare pragmatică, permiţând adaptarea noastră la un mediu dinamic, în condiţii de economie de timp. Capacitatea noastră de investigare a mediului este întotdeauna limitată, nu numai sau nu atât de resursele interne, cât de timpul de care dispunem pentru a investiga mediul. Avem o viaţă finită, trebuie să ne satisfacem mai multe trebuinţe complementare sau contradictorii, suntem solicitaţi să efectuăm mai multe sarcini într-un interval de timp dat etc. În aceste condiţii, foarte rar se întâmplă să avem răgazul de a investiga dacă fiecare membru al unei categorii are o anumită proprietate, iar apoi să conchidem că toţi au proprietatea respectivă. De regulă, nu putem investiga decât un eşantion, o parte a extensiunii unei categorii. Pe baza acestei investigaţii facem raţionamente inductive.

Una dintre cunoştinţele tacite care stau la baza inferenţei inductive, semnalată încă de J.S. Mill, este convingerea noastră despre uniformitatea sau *omogenitatea lumii în care trăim*: elementele unei categorii tind să-şi menţină aceleaşi proprietăţi, în orice cadru spaţio-temporal. În exemplul oferit anterior, simpla constatare a unei proprietăţi la o submulţime din exemplarele unei categorii nu ar putea genera singură inferenţa inductivă. La cazurile particulare mai trebuie adăugată cunoştinţa (tacită) despre omogenitatea lumii în care trăim. Ele nu sunt exprimate explicit în premisele inducţiei. În plus, au fost dobândite printr-o învăţare neintenţionată, în majoritatea cazurilor, de aceea le numim tacite. Alături de această convingere tacită generală, medierea dintre cazurile particulare şi concluzia raţionamentului inductiv reclamă şi alte cunoştinţe, specifice, despre clasa asupra căreia poartă inducţia. De pildă, cunoştinţele noastre despre faptul că la corbi coloritul penajului nu se schimbă în funcţie de anotimp sau de mediul în care trăiesc, că este determinat de o anumită combinaţie cromozomială, că are importanţă în căutarea partenerului şi împerechere etc.

Rezumând, schema generală a inducerii unei proprietăţi cuprinde următoarele elemente: (a) o mulţime de constatări particulare, exprimate în propoziţii atomare (P_1, P_2..., P_k); (b) o mulţime de cunoştinţe tacite, generale sau specifice despre clasa asupra căreia poartă inducţia (C_0, C_1, C_2..., C_i); (3) o concluzie generală, non-necesară logic, dar plauzibilă (Q). Pe scurt: (P_1..., P_k) & (C_0..., C_i) $\rightarrow$ Q. Remarcăm încă o dată rolul determinant al bazei de cunoştinţe a subiectului în desfăşurarea efectivă a procesării informaţiei.

Obiectul inducţiei poate fi format dintr-o *singură* proprietate, dintr-o *conjuncţie* de proprietăţi sau dintr-o *disjuncţie logică* a acestora. În primul caz, se realizează inducţia cea mai rapidă, care solicită cel mai puţin resursele de procesare ale subiectului. Inducţia unei conjuncţii de proprietăţi reclamă o prelucrare mai laborioasă. De pildă, pentru a ajunge la o inducţie de genul: „Toate vinurile roşii creează bună dispoziţie", trebuie luate în calcul două proprietăţi ale unei băuturi: de a fi vin şi de a avea culoarea roşie. Asocierea constantă a conjuncţiei acestor proprietăţi cu starea de bună dispoziţie ne face ca, pe baza cunoştinţelor tacite (ex: despre compoziţia chimică a vinurilor roşii şi efectul acesteia asupra sistemului nervos etc.), să inducem o concluzie mai generală. Prezenţa doar a uneia din cele două proprietăţi nu e suficientă pentru iniţierea procesului inductiv.

Inducţia unei disjuncţii de proprietăţi presupune o procesare şi mai laborioasă. De pildă, după o experienţă bogată în domeniu, putem face o inducţie de genul: „Toate vinurile roşii sau seci creează bună dispoziţie". Pentru a ajunge la o astfel de concluzie a trebuit să luăm în calcul, în plus faţă de exemplul anterior, şi o caracteristică alternativă a vinurilor – aceea de a fi seci, ceea ce presupune o procesare adiţională. Cercetările efectuate de J. Bruner şi colab. (1956) asupra învăţării inductive a conceptelor concordă cu observaţiile de mai sus: gradul de dificultate în dobândirea unui concept creşte progresiv dacă se bazează pe inducerea unei singure proprietăţi, a conjuncţiei sau a disjuncţiei logice a două sau mai multe caracteristici ale membrilor săi (vezi Radu, 1974).

9.2.3.2. Inducerea unei reguli

În afară de o proprietate sau combinaţie de proprietăţi, raţionamentul inductiv poate avea ca obiect o regulă. Se dă, de pildă, seria:

A B M C D M E F M G H M I

şi se cere subiecţilor să precizeze care literă ar putea ocupa următoarea poziţie în serie. Răspunsul corect va fi obţinut dacă, din examinarea seriei, subiectul induce regula (R_1): „După fiecare două litere consecutive din alfabet, urmează litera M".

Inducţia unei reguli permite generarea unui număr nelimitat de combinaţii care satisfac regula respectivă. Aceste reguli pot fi induse explicit, conştient, ca în cazul sarcinii oferite mai sus, sau implicit, inconştient (4.4). Regulile de producere şi utilizare a limbajului natural sunt, în mare măsură, rodul unor inducţii inconştiente.

Erorile cele mai frecvente care apar în cazul inducţiei de reguli se datorează faptului că subiectul tinde să ignore informaţia care contravine ipotezei sale. După investigarea câtorva cazuri, el face o ipoteză despre regula subiacentă cazurilor respective, apoi tinde să o aplice fără să mai ia în seamă contraexemplele.

Această miopie a ipotezei a fost bine ilustrată într-un experiment efectuat de Wason (1960). El a prezentat mai întâi subiecţilor o serie de trei cifre (= o triadă): 2, 4, 6, menţionând că la baza seriei respective se află o anumită regulă, pe baza căreia a fost generată. Sarcina subiecţilor era de a descoperi regula respectivă. Pentru a realiza acest lucru ei erau invitaţi să producă ei înşişi triade, pe baza regulii pe care pretind că au descoperit-o. Experimentatorul oferea un feed-back pozitiv („DA"), dacă o triadă se supunea regulii pe baza căreia el a generat triada 2, 4, 6, sau negativ („NU"), dacă se abătea de la această regulă. În acest fel, subiecţii din grupul experimental puteau să verifice dacă ipotezele care au stat la baza propriilor lor triade concordă cu regula stabilită de Wason. Redăm mai jos protocolul unuia dintre subiecţii cu care a lucrat psihologul britanic. În protocol sunt cuprinse: triadele generate de subiect, justificarea pe care el le-a dat-o, feed-back-ul experimentatorului şi regula ipotetică pe care el o susţinea. În paranteză se specifică dacă regula postulată este corectă sau nu.

Triadă	Justificare	Feed-back-ul experimentatorului
8 10 12	Se adună „2" la termenul precedent al seriei.	DA
14 16 18	Numere cu soţ în ordine crescătoare.	DA
20 22 24	Aceeaşi justificare.	DA
1 3 5	Se adună „2" la termenul precedent al seriei.	DA

Regula postulată: *„La termenul precedent din serie se adună «2» pentru a genera următorul termen"* (greşit).

În acest moment, subiectul examinează din nou triada iniţială, căutând să inducă o altă ipoteză pe care să o poată testa. Apoi produce următoarele triade:

2 6 10	Termenul mijlociu este media aritmetică a termenilor extremi.	DA
1 50 99	Aceeaşi justificare.	DA

Regula postulată: *„Triada se formează astfel încât termenul mijlociu să fie media aritmetică a celorlalţi doi"* (greşit).

Urmează o nouă analiză a triadei iniţiale. Apoi subiectul continuă:

3 10 17	Se adaugă acelaşi număr (7) de fiecare dată.	DA
0 3 6	Se adaugă „3" de fiecare dată.	DA

Regulă postulată: *„Într-o triadă, diferenţa dintre două numere consecutive trebuie să fie aceeaşi"* (greşit).

Urmează o reexaminare a triadei iniţiale. Apoi se produc seriile următoare:

12 8 4	Se scade aceeaşi cantitate dintr-un termen pentru a produce termenul următor.	NU

Regulă postulată: *„Se scade un număr, întotdeauna acelaşi, la membrul precedent al triadei pentru a genera pe următorul"* (greşit).

1 4 9	Oricare trei numere aşezate în ordinea mărimii.	DA

Regulă postulată: *„Construcţia triadei se face înseriind oricare trei numere în ordinea mărimii"* (corect).

Cel mai important lucru care trebuie reţinut din acest protocol este faptul că subiecţii îşi formează o ipoteză (o regulă ipotetică) pe care caută, apoi, să şi-o confirme, generând exemple congruente cu ea. Or, dimpotrivă, pentru a verifica dacă regula indusă este corectă, trebuie căutate *contraexemple* la ea. Abia în penultima triadă subiectul încearcă acest lucru. Comportamentul său este tipic: subiecţii tind să genereze sau să ia în considerare doar exemplele care le confirmă regula. Ei tind să ignore datele care contravin regulii induse.

9.2.3.3. Inducerea unei structuri

Inducerea unei structuri este cea mai dificilă formă de inducţie. Ea nu presupune doar luarea în considerare a unei trăsături (combinaţii ale trăsăturii) sau a unei reguli, ci se bazează pe descoperirea unei reţele constante de conexiuni între elementele unei mulţimi. Această structură este apoi aplicată la o nouă situaţie. Să considerăm următorul exemplu: „Avocatul este pentru clientul său ceea ce medicul este pentru: (a) bolnav; (b) medicină". Sarcina constă în a stabili care dintre cele două variante este corectă. Rezolvarea acestei probleme este posibilă dacă subiectul reuşeşte să descopere relaţiile (= structura) dintre primii doi termeni şi apoi să o inducă asupra următorilor termeni. Pentru a înţelege mai bine operaţiile de gândire implicate în raţionamentul analogic, să-l scriem la forma generală: A : B : C (D_1, D_2). („A este pentru B, ceea ce este C pentru D_1 sau D_2.") Dacă descompunem raţionamentul reclamat de această sarcină în componente (= operaţii primitive, minimale), atunci inducţia pune în joc şapte componente: codarea (*encoding*), inferenţa, punerea în corespondenţă (*mapping*), aplicarea structurii descoperite, compararea, justificarea, răspunsul. În cazul raţionamentului analogic de mai sus, subiectul procedează astfel: codează A şi B, inferează mulţimea de relaţii dintre A şi B; codează C; pune în corespondenţă prima parte a analogiei (A : B) cu cea de a doua: C (D_1, D_2); aplică relaţia descoperită între A şi B la dubletul format de C şi o variabilă ideală (I) care satisface această relaţie; codează D_1 şi D_2; compară D_1 cu I şi D_2 cu I; justifică selecţia făcută; răspunde.

Inducerea unei structuri ne e cunoscută din (9.1.4.2). Rezolvarea prin analogie a problemelor reclamă inducerea structurii de scopuri a problemei sursă la problema ţintă. Detectarea şi transferul structurii de la o problemă sursă la o problemă ţintă sunt dependente de schemele cognitive ale subiecţilor (capitolul 7).

9.2.4. Raţionamentul deductiv

În raţionamentul deductiv nu se pune problema inducerii unor reguli sau structuri – ca în cazul raţionamentului inductiv – ci, pe baza unor reguli stabilite, se urmăreşte obţinerea de noi cunoştinţe. Aceste reguli se numesc *reguli de deducţie*. Aşadar, *inferenţa deductivă constă într-o serie de calcule guvernate de regulile de deducţie, astfel încât, din anumite premise, o concluzie derivă cu necesitate logică.* Studiul raţionamentului deductiv la nivel computaţional (= studiul funcţiei dintre premise şi concluzie) este apanajul logicii. Psihologiei îi rămâne sarcina de a stabili: (a) modul în care premisele şi concluzia sunt reprezentate în sistemul cognitiv şi procedura efectivă de transformare a inputului (= premisele) în output (= concluzia), adică analiza la nivel reprezentaţional-algoritmic; (b) analiza de nivel implementaţional; (c) impactul cunoştinţelor (tacite) asupra procesului deductiv.

Există trei tipuri principale de raţionament deductiv: (1) raţionamentul silogistic; (2) raţionamentul ipotetico-deductiv; (3) raţionamentul liniar. Modelele psihologice

elaborate pentru explicarea lor sunt dezvoltate diferenţiat, de aceea ele vor fi prezentate succesiv. Toate aceste modelări au o caracteristică comună: ele reconsideră *statutul erorii* în raţionament. Dacă pentru logică (= analiza computaţională a inferenţei) eroarea era considerată pur şi simplu ca *abatere de la normă*, ca un calcul greşit rezultat din încălcarea regulilor de deducţie, pentru psihologie eroarea este principala „piatră de încercare" a modelelor propuse. Un model al raţionamentului deductiv care nu poate să explice şi să reproducă erorile de raţionament întâlnite la subiectul uman este lipsit de validitate psihologică.

9.2.4.1. Raţionamentul silogistic

Silogismul constă în deducerea unei concluzii din două premise prin mijlocirea unui termen mediu. Atât premisele, cât şi concluzia sunt judecăţi categorice, în care despre cineva (= subiect, S) se asertează ceva (= predicat, P). Pe scurt, $S \rightarrow P$. Termenul care apare (fie ca subiect, fie ca predicat) în ambele premise, făcând astfel legătura dintre ele, se numeşte *termen mediu* (M). În funcţie de poziţia termenului mediu, rezultă patru figuri silogistice:

figura I: $M \rightarrow P$, $S \rightarrow M$, $S \rightarrow P$

figura II: $P \rightarrow M$, $S \rightarrow M$, $S \rightarrow P$

figura III: $M \rightarrow P$, $M \rightarrow S$, $S \rightarrow P$

figura IV: $P \rightarrow M$, $M \rightarrow S$, $S \rightarrow P$

În funcţie de cuantificarea dintre subiectul şi predicatul logic, rezultă patru tipuri de judecăţi:

- universal afirmative (A): Toţi A sunt B.
- universal negative (E): Nici un A nu e B.
- particular afirmative (I): Unii A sunt B.
- particular negative (U): Unii A nu sunt B.

Derivarea concluziei din premise se face pe baza unor reguli numite reguli silogistice. Prezentarea detaliată a acesteia, precum şi a analizei computaţionale exhaustive a silogismului, poate fi aflată în remarcabila monografie scrisă de Didilescu şi Botezatu (1976). Presupunând cunoscută logica silogismului, ne oprim asupra principalelor abordări reprezentaţional-algoritmice: modelul lui Erickson şi modelul analogic al lui Johnson-Laird.

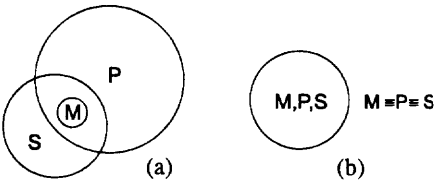
Modelul lui Erickson. Erickson (1978, *apud* Johnson-Laird & Wason, eds.) consideră că efectuarea unui silogism cuprinde următoarele etape: a) *reprezentarea* (= proiecţia informaţiei din premise în mintea noastră), care ia o formă similară cu diagramele Venn; b) *combinarea reprezentărilor*; c) *alegerea etichetei verbale*, pentru descrierea concluziei.

Să considerăm următoarea schemă de raţionament:

Toţi M sunt P.
Toţi M sunt S.

Deci, unii S sunt P. Această schemă ilustrează un silogism de figura a treia, modul Darapti (AAI). El are la bază o reprezentare a informaţiei analoagă diagramelor Venn prezentată în figura 9.5.a. Dar informaţia conţinută în premise mai poate fi reprezentată şi în alt mod (figura 9.5.b), în condiţiile în care M=P=S.

Fig. 9.5. *Reprezentarea informaţiei din premise sub forma diagramelor Venn*



În acest caz, mai sunt posibile încă două concluzii:

Toţi S sunt P.
Toţi P sunt S.

Exemplu: Toţi oamenii sunt raţionali.
Toţi oamenii sunt potenţial creatori.
Toţi cei potenţial creatori sunt raţionali.
Toate fiinţele raţionale sunt potenţial creatoare.

Aşadar, din aceleaşi premise se pot extrage trei concluzii în loc de una, dacă facem uz de o altă reprezentare a informaţiei din premise. Cercetările întreprinse de Erickson şi Mayer (1983) au arătat că nici unul din subiecţii investigaţi nu a folosit ambele reprezentări ale informaţiei (60% au preferat să o codeze sub forma identităţii sferei noţiunilor din premise, 40% sub forma incluziunii). Pe baza acestor date, se consideră că erorile de raţionament se datorează *limitelor de reprezentare a informaţiei.* Cu alte cuvinte, *oamenii în general procedează logic, dar sunt extrem de limitaţi în extragerea (reprezentarea) informaţiei conţinute în premise.*

Cînd există mai multe interpretări posibile ale modului în care pot fi combinate premisele, subiecţii tind să recurgă doar la una singură, ignorând pe celelalte. Modelul lui Erickson poate să prezică unele performanţe la sarcinile de raţionament silogistic (vezi Moyer, 1973, pp. 129-131), precum şi să explice unele erori - de pildă, tendinţa (eronată) de a extrage o concluzie din două premise particulare. Totuşi, analiza pe care el o întreprinde se aplică numai la o parte din silogisme. În plus, unele date experimentale contrazic modelul lui Erickson (vezi, de pildă, Neimark şi Chepman, 1975).

Silogismul şi modelele mintale. Johnson-Laird şi colaboratorii săi (1987) au reuşit să ofere o modelare mai completă a silogismului, aşa cum este el efectiv realizat de fiinţa umană. Criticând metodologia psihologică tradiţională de cercetare a deducţiei silogistice, ei au stabilit patru cerinţe metodologice pe care trebuie să le satisfacă investigaţiile din acest domeniu: (a) subiecţii trebuie solicitaţi să derive ei înşişi concluziile din premise, nu numai să-şi exprime opţiunea pentru cea corectă dintr-un set de concluzii prezentate de experimentator; (b) cercetările trebuie

efectuate pe un eşantion semnificativ din cele 512 silogisme posibile; (c) sarcinile silogistice trebuie exprimate în limbaj natural, în termeni neutri, nu sub forma unor simboluri logice; (d) trebuie analizate procesările realizate pentru fiecare silogism în parte, în loc să se aglutineze diferenţele cu scopul de a descoperi un mecanism omogen.

Căutând să satisfacă aceste cerinţe, modelarea propusă de Johnson-Laird arată că deducţia silogistică se realizează în mai multe etape:

(1) *reprezentarea premiselor* prin construcţia unui model mental corespunzător. Psihologul britanic consideră că „subiecţii îşi reprezintă o clasă prin imaginea unui număr arbitrar dintre membrii săi" (Johnson-Laird, 1980, p. 134);

(2) *combinarea euristică* a reprezentărilor premiselor;

(3) asertarea unei mulţimi de concluzii sub forma *experimentului mental*;

(4) *testarea* concluziilor = selectarea numai a acelor (acelei) concluzii care sunt conforme cu regulile logicii.

Deci, regulile logicii nu apar în ghidarea efectivă a raţionamentului ce se desfăşoară după reguli euristice, ci în selectarea concluziilor, în stadiul final, ca normă de validare. Dacă la Erickson *omul procedează logic*, dar erorile survin ca urmare a deficienţelor în reprezentarea informaţiei, în modelul lui Johnson-Laird omul procedează euristic, iar erorile sunt rezultatul insuficienţei resurselor (de timp, atenţie etc.) necesare pentru testarea logică a concluziilor obţinute euristic.

Modelul lui Johnson-Laird, numit uneori „modelul analogic al silogismului", este cel mai viabil, deşi este pasibil de perfectări continue. El poate da seama de majoritatea erorilor de raţionament, atât legate de forma logică (ex.: eroarea termenului mediu nedistribuit), cât şi legate de conţinutul premiselor (ex.: tendinţa subiecţilor de a deduce mai greu concluzii care, deşi logic valide, contravin cunoştinţelor lor anterioare). Nu înseamnă că modelul lui Erickson prezintă un interes istoric. Ambele abordări reprezentaţional-algoritmice ale silogismului sunt viabile, numai că modelul analogic este mai comprehensiv, explică mai multe date experimentale. Diferenţele interindividuale în performanţele de raţionament silogistic pot apărea atât din motivele reliefate în modelul lui Erickson, cât şi datorită funcţionării cognitive relevate de modelul lui Johnson-Laird.

9.2.4.2. Raţionamentul ipotetico-deductiv

Inferenţa ipotetico-deductivă constă din două premise şi o concluzie. Prima premisă este o implicaţie (o propoziţie condiţională) de genul „dacă p atunci q", unde p se numeşte antecedent, iar q - consecvent. A doua premisă constă în afirmarea sau negarea fie a antecedentului („p este adevărat"; „p este fals"), fie a consecventului („q este adevărat"; „q este fals"). Analiza psihologică a raţionamentului condiţional este mai puţin avansată decât în cazul celorlalte forme de raţionament. Acest fapt se datorează, în primul rând, naturii ambigue a condiţionalului. Sub una şi aceeaşi expresie condiţională se pot ascunde:

a) o relaţie de *antrenare logică*.

Exemplu: Dacă e ziuă, atunci e lumină.
E ziuă.
Deci, e lumină.

b) o *relaţie cauzală*.

Exemplu: Dacă plouă, asfaltul e ud.
Plouă.
Deci, asfaltul e ud.

c) o *regulă de producere*.

Exemplu: Dacă e frig, atunci aprinde focul.
E frig.
Deci, aprinde focul.

Ascunzând relaţii diferite, e de presupus ca şi procesul efectiv de raţionare să se desfăşoare diferit. Deocamdată, cercetările asupra raţionamentului condiţional au pus în evidenţă faptul că multe erori provin din interpretarea propoziţiilor condiţionale ca bicondiţionale, din inabilitatea de a utiliza informaţia din enunţurile condiţionale negative şi din greşita reprezentare a operatorului „non" (Sternberg, 1985).

9.2.4.3. Raţionamentul liniar

Raţionamentul liniar este o specie de raţionament tranzitiv. El are două premise, fiecare descriind o *relaţie* dintre doi itemi. Cel puţin un item este prezent în ambele premise. Subiectului i se cere să determine relaţia dintre doi itemi neadiacenţi (= care nu apar în aceeaşi premisă). De exemplu, se dau premisele:

Ion este mai mare ca George.

Nicu este mai mic ca George.

Se cere subiecţilor să stabilească cine este cel mai mare din cei trei.

Răspunsul corect este: „Ion este cel mai mare". În locul relaţiei „mai mare", se pot pune alte genuri de relaţii: „mai bun", „mai inteligent", „deasupra", „dedesubt" etc.

Pentru a explica modul în care subiecţii au ajuns la această concluzie, s-au elaborat mai multe modele ale raţionamentului liniar. Cel mai bine articulat este *modelul imagistic* care susţine că deducerea concluziei are la bază operaţii asupra imaginilor (De Soto, 1965). Subiecţii codează primii doi itemi sub forma unor imagini stilizate, ordonate după relaţia: „mai mare". Aceste imagini sunt „fixe". Cel de-al treilea termen este reprezentat – după cum arată rapoartele de introspecţie – printr-o imagine *mobilă*, care e plasată faţă de celelalte două conform cu relaţia de ordonare după mărime. Concluzia, spun adepţii modelului imagistic, constă în traducerea în expresie verbală a informaţiei extrase din aranjarea spaţială a imaginilor.

În replică, *modelul lingvistic* (Clark, 1980, Evans, 1984) pune accentul pe aspectele lingvistice ale raţionamentului. H.H. Clark porneşte de la premisa că „dificultăţile principale inerente în multe probleme de raţionament nu se datorează proceselor cognitive specifice acestor probleme, ci limbajului în care acestea sunt exprimate" (1980, pp. 112-113). Pentru a ilustra influenţa factorilor lingvistici în procesul de raţionalizare, vom considera doar principiul congruenţei elaborat de H.H. Clark. Potrivit acestui principiu, înainte de a deduce concluzia raţionamentului liniar, subiectul procedează la o reformulare a premisei a doua. În loc de „Nicu este mai mic ca George", va formula „George este mai mare ca Nicu". În acest fel, informaţia conţinută în a doua premisă e făcută congruentă cu premisa *I* şi cu întrebarea pusă subiecţilor. Abia apoi, după stabilirea congruenţei informaţiilor, se deduce concluzia. Există o serie de dovezi experimentale care susţin acest proces (Evans, 1984).

În ultima vreme se marşează pe o teorie mixtă asupra raţionamentului liniar. Se consideră că în raţionamentul liniar subiecţii fac apel atât la operaţii lingvistice, cât şi la operaţii spaţiale. Mai întâi, ei decodează informaţia exprimată verbal în premise; apoi o recodează în imagini spaţiale într-o formă care permite efectuarea inferenţei tranzitive. În cele din urmă, procedează la recodarea verbală a concluziei (Sternberg, 1985).

9.2.5. Remarci generale

În finalul acestei analize a raţionamentului în cadrul sistemului cognitiv uman merită făcute câteva remarci mai generale.

Întâi, aşa cum am mai spus, este timpul pentru o abordare unificată a raţionamentului în interiorul ştiinţei cognitive. Logica şi psihologia, confundate sau contrapuse până acum, îşi găsesc fiecare locul într-o analiză multinivelară a procesului racionativ. Logica vizează nivelul computaţional, relaţia funcţional-logică dintre inputuri (premise) şi outputuri (concluzie), în vreme ce psihologia abordează nivelurile reprezentaţional-algoritmic, implementaţional şi cel al cunoştinţelor.

În al doilea rând, orice raţionament depinde de structura cognitivă în interiorul căreia se desfăşoară. Atât inferenţele inductive, cât şi cele deductive presupun o mulţime de cunoştinţe, adesea neexplicitate în premise, dar care sunt absolut necesare pentru desfăşurarea raţionamentului. Baza de cunoştinţe se dovedeşte, din nou, un factor esenţial al oricărei procesări cognitive. Din păcate, tocmai măsurarea ei este imposibil de făcut în momentul de faţă. Întotdeauna avem acces doar la o parte din cunoştinţele de care dispune subiectul - cele relevante sarcinii şi o mică parte din cele nerelevante, dar care se pot detecta prin inferenţa lor cu primele. E greu însă de conceput un instrument de măsurare sau măcar de estimare a întregii baze de cunoştinţe. Punerea la punct a unor astfel de metode ar însemna un progres imens în ştiinţele cognitive. Oricum, luând în considerare şi alte date - cele oferite de descendenţa piagetiană, de pildă (Lamouroux, 1983) -, putem conchide că

dezvoltarea abilităţii de a raţiona se face întotdeauna în strânsă legătură cu un anumit tip de cunoştinţe.

În al treilea rând, să mai remarcăm că prelucrările care au loc în cazul raţionamentului, care duc la transformarea inputului (premisele) în output (concluzia), operează asupra simbolurilor şi sunt guvernate de anumite reguli. Ca atare, analiza raţionamentului (şi a rezolvării de probleme) dă câştig de cauză paradigmei clasic--simbolice. Modelele subsimbolice (conexioniste) devin tot mai inadecvate pe măsură ce ne deplasăm de la prelucrările periferice spre cele centrale.

9.3. Sumar

Rezolvarea de probleme este rezultanta funcţionării interactive a tuturor componentelor sistemului cognitiv. O problemă apare atunci când subiectul intenţionează să realizeze un scop sau să reacţioneze la o situaţie stimul pentru care nu are un răspuns adecvat în memorie. Spaţiul problemei (= reprezentarea internă a mediului problemei) este format din: starea iniţială, starea finală şi stări intermediare. Operatorii transformă o stare a problemei în alta. Dacă sunt specificate toate componentele spaţiului problemei, avem de-a face cu o problemă bine definită. Dacă cel puţin o componentă este nespecificată, problema este insuficient definită.

Principala metodă de cercetare a procesului rezolutiv este protocolul gândirii cu voce tare. Ca metode adjuvante, se recurge la: înregistrarea mişcărilor oculare, analiza sarcinii, analiza produselor intermediare ale activităţii etc.

După vectorul lor, strategiile rezolutive sunt prospective şi retrospective. După certitudinea de obţinere a soluţiei, distingem proceduri algoritmice şi euristice. Euristicile sunt generale sau specifice, dependente de un domeniu de cunoştinţe. Expertiza constă în mare măsură în îmbogăţirea repertoriului de strategii euristice specifice. Sistemele de producere sunt formalisme utile de descriere a procesului rezolutiv. Un sistem de producere conţine o secvenţă de reguli de producere. O regulă de producere este un dublet de tipul „dacă... atunci", în care antecedentul este format dintr-o mulţime de condiţii, iar consecventul dintr-un set de operatori care se aplică dacă aceste condiţii se realizează.

Raţionamentul este o metodă de a produce noi cunoştinţe din cele deja existente pe baza unor mecanisme inferenţiale. Există trei tipuri de raţionament: inductiv, deductiv şi liniar. Se poate induce o proprietate, o relaţie sau o structură. Deducţia este analizată la nivel computaţional de logica simbolică, iar la nivel reprezentaţional--algoritmic, de psihologie.

Capitolul 10

ARHITECTURA SISTEMULUI COGNITIV UMAN

Motto : *Don't bite my finger, look where I'm pointing !* [1]

(Mc Cullogh, 1965)

În finalul acestei lucrări, vom căuta să integrăm rezultatele obţinute până acum într-un model sintetic. Interesul va cădea nu pe procesările şi structurile cognitive analizate în capitolele anterioare, ci pe modul în care ele *interacţionează* în cadrul sistemului cognitiv. Altfel spus, vom încerca să oferim o schiţă a *arhitecturii cognitive*. Aceasta e o întreprindere riscantă, dată fiind complexitatea cunoştinţelor ce trebuie integrate şi constrângerile lor reciproce, dar e de preferat unui rezumat cuminte şi nestimulativ. În plus, arhitectura sistemului cognitiv uman poate constitui o sursă de inspiraţie pentru proiectarea arhitecturii unor sisteme artificiale inteligente.

10.1. Constrângeri metodologice

Arhitectura sistemului cognitiv, o sintagmă împrumutată din inteligenţa artificială, denotă un ansamblu de mecanisme stabile, subiacente comportamentului cognitiv în diverse situaţii. Aceste mecanisme sunt necesare şi suficiente pentru a avea un comportament inteligent, fiind invariabile la cunoştinţele sau intenţiile care animă subiectul, adică sunt impenetrabile cognitiv. Pe scurt, arhitectura cognitivă este formată din totalitatea mecanismelor, cognitiv impenetrabile, necesare şi suficiente pentru realizarea unui comportament inteligent. Mecanismele pe care le-am analizat până acum - cu excepţia celor modulare - depind de baza de cunoştinţe sau intenţionalitatea subiecţilor, adică sunt cognitiv-penetrabile. De pildă, modul de organizare în chunksuri, categorizarea, căutarea în spaţiul problemei, organizarea informaţiei sub formă de reţele propoziţionale sau scenarii cognitive, recunoaşterea obiectelor etc. sunt influenţate de cunoştinţele de care dispune subiectul. Ce structură şi mecanisme rămân, totuşi, invariabile, cognitiv-impenetrabile, în spatele acestor prelucrări ?

1. Nu mă muşca de deget, uită-te încotro arăt !

Înainte de a oferi câteva răspunsuri posibile la această întrebare, să stabilim mai întâi constrângerile de care trebuie să ţină seama orice modelare a arhitecturii cognitive. E greu de stabilit o listă *completă* a acestor cerinţe la care ar trebui să se raporteze orice propunere de modelare a arhitecturii sistemului cognitiv uman. A. Newell, multă vreme preocupat de această chestiune, a stabilit o listă *minimală* de cerinţe (Newell, 1980, 1992). Orice model al arhitecturii cognitive a subiectului uman trebuie construit în aşa fel încât:

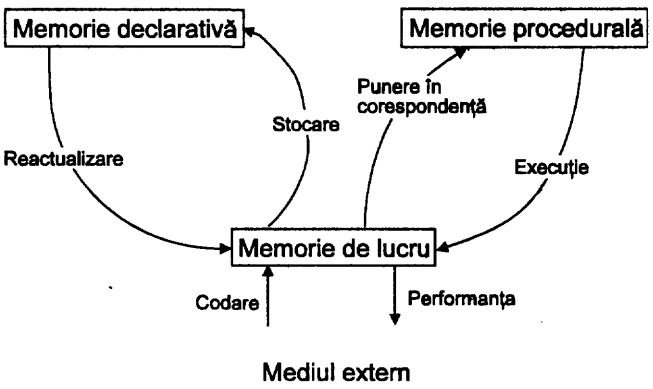
1. Să manifeste un comportament flexibil, în funcţie de dinamica mediului.
2. Să facă dovada unui comportament intenţional, adaptativ.
3. Să opereze în timp real.
4. Să opereze în medii complexe:
   a) să poată percepe o cantitate imensă de detalii;
   b) să utilizeze o bază de cunoştinţe considerabilă;
   c) să controleze un sistem motor cu mai multe grade de libertate.
5. Să utilizeze simboluri şi abstractizări.
6. Să folosească limbaje naturale şi artificiale.
7. Să înveţe din mediu şi/sau din propria experienţă.
8. Să-şi poată dezvolta abilităţile o dată dobândite (învăţate).
9. Să trăiască autonom, dar în interiorul unei comunităţi sociale.
10. Să posede conştiinţă şi identitate de sine.

Modelele de arhitectură cognitivă poartă marca paradigmei de cercetare pentru care au optat cei care le-au propus. Arhitecturile neoconexioniste sunt insuficient articulate, psihologii conexionişti centrându-şi deocamdată atenţia pe demonstrarea viabilităţii modelelor lor pentru cazuri particulare. Generalizările pe care ei le fac sunt prea vagi şi conţin multă „ideologie", multă pledoarie *pro domo*. Cel mai bine articulate sunt arhitecturile simbolice, care pornesc de la ideea că sistemul cognitiv uman este un *sistem fizico-simbolic*, iar arhitectura cognitivă urmează să surprindă mecanismele de procesare a informaţiei, impenetrabile cognitiv, care guvernează operarea cu simboluri şi structuri simbolice. Deocamdată, există doar modele notabile care merită schiţate în acest context. Cel dintâi aparţine lui J.R. Anderson şi poartă denumirea de ACT* (se citeşte ACT steluţă, deoarece este perfecţionarea unei teorii prealabile ACT, Anderson, 1983, 1985). Cel de-al doilea aparţine lui A. Newell şi se numeşte sistemul SOAR (Newell, 1992).

10.2. ACT* Şi SOAR

În figura 10.1 e prezentată schiţa arhitecturii cognitive conform modelului ACT* (Anderson, 1983).

Fig. 10.1. *Modelul ACT* al arhitecturii cognitive*



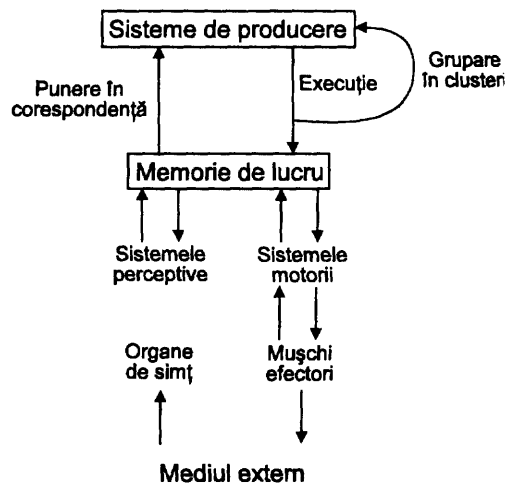
La baza modelului propus de J.R. Anderson se află sistemele mnezice şi modul de accesare a acestora. Se presupune că sistemul preia informaţia codată simbolic şi o stochează în memoria de lungă durată. Există două tipuri de MLD: a) *memoria declarativă*, organizată sub formă de reţele semantice sau propoziţionale şi b) *memoria procedurală*, organizată în sisteme de producere. Memoria de lucru este partea activată a memoriei de lungă durată. Ea conţine producţii sau cunoştinţe declarative din MLD, precum şi structuri simbolice noi, create prin regulile de producţie. *Dacă* un anumit stimul, codat simbolic, intră în memoria de lucru, *atunci* sunt activate anumite cunoştinţe sau producţii din memoria declarativă sau procedurală. Aşadar, accesul la MLD din memoria de lucru se face pe baza regulilor de producţie, care vectorizează activarea (= arată ce cunoştinţe din MLD trebuie activate la un moment dat, fiind date anumite condiţii). De exemplu, dacă subiectul se confruntă cu o anumită problemă (problemă ţintă), atunci se activează structura de scopuri a problemei sursă (9.1.4.2). Dacă trebuie activată o anumită regulă de producere din memoria procedurală, atunci cunoştinţele din memoria de lucru care reclamă această producţie sunt puse în corespondenţă cu antecedentul regulii de producere din memoria procedurală, care activează acţiunea sau operaţia corespunzătoare din consecvent. Tot pe baza regulilor de producere se construiesc noi proceduri rezolutive în memoria de lucru. Se pot dobândi producţii noi prin memorarea procedurilor rezolutive încununate de succes. Activarea regulilor de producere din memoria procedurală este un proces de activare competitivă: din mulţimea de proceduri activate se desfăşoară doar aceea care are valoarea de activare cea mai

ridicată. Aceasta înseamnă că ea corespunde cel mai bine cunoştinţelor şi scopurilor pe care le are subiectul în memoria de lucru. Învăţarea constă în modificarea şi diversificarea (contextualizarea) regulilor de producere de care dispune subiectul.

Sistemul SOAR, construit de A. Newell şi echipa sa de cercetare (vezi Newell, 1992), este prezentat succint în figura 10.2.

Spre deosebire de modelul ACT*, arhitectura SOAR presupune că există un singur tip de MLD, cunoştinţele fiind organizate în sisteme de producere (memoria declarativă este asimilată cu antecedentul regulilor de producere). Memoria de lucru conţine o structură ierarhizată de scopuri, un set de preferinţe pentru ceea ce trebuie dus la îndeplinire la un moment dat şi în ce ordine, conţinuturi perceptive şi comenzi motorii. Interfaţa cu lumea externă e realizată de sistemele perceptive şi motorii. Când subiectul se confruntă cu o problemă, datele problemei din memoria de lucru sunt puse în corespondenţă cu un sistem de producere. Regulile de producere nu se activează secvenţial, selectându-se doar cele cu valorile de activare mai ridicate – ca în modelul ACT* –, ci se activează în paralel. Selecţia lor se face pe baza preferinţelor şi a structurii de scopuri pe care subiectul le are în memoria de lucru. Învăţarea se realizează prin gruparea în chunksuri a procedurilor rezolutive eficiente. Comportamentul subiectului e văzut ca o deplasare în spaţiul problemei, ghidată de structura de scopuri din memoria de lucru şi de sistemele de producere din memorie.

Fig. 10.2. *Schiţa arhitecturii cognitive, după SOAR* (vezi Newell, Rosenbloom şi Johnson-Laird, 1990)



Cele două tipuri de arhitectură sunt similare sub mai multe aspecte. Ambele presupun reprezentarea simbolică a stimulului şi ambele utilizează sistemele de producere ca modalitate de stocare şi construcţie de noi cunoştinţe. De asemenea, în ambele cazuri, memoria de lucru este văzută ca o parte activată a memoriei de lungă durată. Nu ne propunem analiza detaliată a acestor modele. Cei interesaţi pot găsi deplină satisfacţie parcurgând studiul *Symbolic Architectures for Cognition* elaborat de Newell, Rosenbloom şi Johnson-Laird (în Posner, 1990, cap. 3). Vom căuta, mai degrabă, să vedem spre ce fel de arhitectură cognitivă ne îndreaptă rezultatele experimentale şi analizele teoretice prezentate pe parcursul acestei lucrări.

10.3. Schiţa unei noi arhitecturi cognitive

Să notăm mai întâi că *arhitectura sistemului cognitiv nu este omogenă.* S-a putut observa că reţelele conexioniste îşi dovedesc viabilitatea în modelarea recunoaşterii stimulilor, a proceselor cognitive periferice în general (1.4.2, 2.3.5), precum şi în descrierea anumitor modalităţi de organizare a cunoştinţelor în memorie (7.3). Pe de altă parte, rezolvarea de probleme şi raţionamentul au pus în evidenţă importanţa structurilor simbolice şi a calculului simbolic (9.1.2, 9.1.4, 9.2). Coroborând aceste date, rezultă că sistemul cognitiv uman are o arhitectură dual㠠: neuromimetică – pentru procesările periferice şi simbolică (sau majoritar simbolică) – pentru procesările centrale. Deci, la realizarea unei sarcini participă atât mecanisme conexioniste, neuromimetice, cât şi mecanisme simbolice. Ca atare, regulile de producere se dovedesc insuficiente pentru modelarea funcţionării sistemului cognitiv, alături de ele trebuind să admitem şi reguli pe baza cărora funcţionează reţelele neconexioniste – regula delta, regula lui Hebb, regula retropropagării erorii etc. (1.4.2.1).

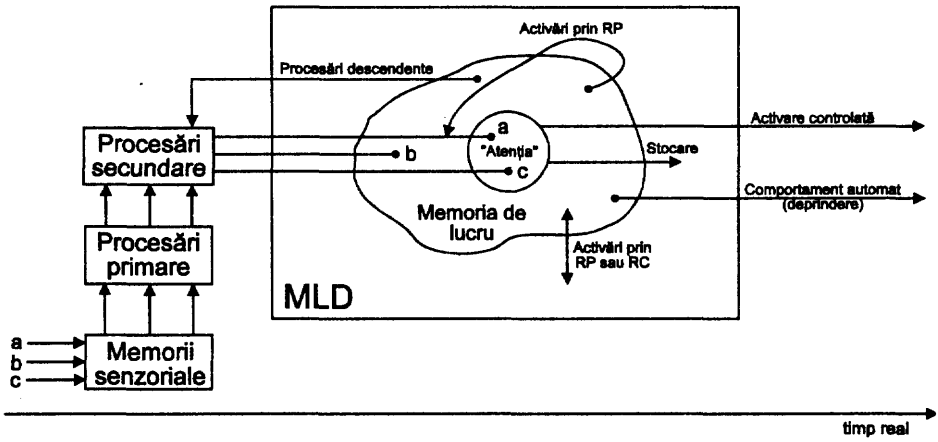
Stimulii pe care îi recepţionează subiectul uman prin organele sale de simţ pot fi de două categorii: a) stimuli inediţi – cu care sistemul cognitiv nu s-a mai confruntat; b) stimuli cunoscuţi – asimilaţi deja în structurile cognitive ale subiectului. După impactul lor[2] asupra receptorilor, ambele categorii de stimuli sunt reţinute în memoriile senzoriale (6.1), timp în care se iniţiază mecanismele modulare implicate în procesarea primară a informaţiei perceptive (pentru informaţia vizuală, vezi 2.2). Caracteristicile nonaccidentale ale stimulilor şi organizarea lor pe baza principiilor gestaltiste activează o mulţime de cunoştinţe din memoria de lungă durată a subiectului. Aceste cunoştinţe activate formează memoria de lucru sau memoria de scurtă durată. Stimulii inediţi reclamă o procesare mai laborioasă, deci activarea mai intensă a unor unităţi cognitive din MLD. Acestea, prin inhibiţie laterală, reduc valoarea de activare a altor unităţi, aflate totuşi în memoria de lucru. Cele mai activate informaţii şi mecanisme de procesare formează „câmpul atenţiei" (3.3.4). „Atenţia" nu este o „facultate" autonomă pe care o putem manipula volitiv, ci o rezultantă a activării mai puternice a unei submulţimi din unităţile cognitive aflate în memoria de lucru. „Focalizarea" sau „comutarea" atenţiei înseamnă, de fapt, activarea unor conţinuturi din memoria de lucru. Această activare se poate realiza fie în situaţia în care stimulul este inedit (activare automată, tradiţional numită „atenţie involuntară"), fie în situaţia în care, deşi este cunoscut, stimulul este relevant pentru structura de scopuri pe care subiectul o are la un moment dat în memoria de lucru (în termeni tradiţionali – „atenţie voluntară"). Activarea unor unităţi datorită relevanţei sau pertinenţei lor pentru scopurile subiectului (3.4) se poate modela pe baza regulilor de producere (9.1.5). Dacă există anumite scopuri sau intenţii, atunci se activează anumite proceduri şi cunoştinţe declarative.

2. Ne vom referi în special la stimulii vizuali, pentru care există rezultate mai concludente în literatura de specialitate.

Cunoştinţele şi procesările ce se pot activa prin reguli de producere formează memoria explicită. E probabil ca memoria implicită să se activeze conform regulilor specifice reţelelor conexioniste. Cunoştinţele din memorie sunt organizate sub mai multe forme: reţele semantice, reţele propoziţionale, scheme şi scenarii sau reţele neuromimetice (7.2.4-7.3). Modalitatea de organizare depinde de interacţiunea cu mediul şi natura materialului memorat. Organizarea cunoştinţelor nu este un proces strict intern, ci se desfăşoară la interfaţa dintre mediul intern şi mediul extern al subiectului (7.4). Categorizarea, procesarea imaginilor vizuale, rezolvarea de probleme, decizia şi raţionamentul se desfăşoară fie în „câmpul atenţiei", fie în memoria de lucru. Cunoştinţele din memoria de lucru influenţează procesările din câmpul atenţiei (6.3.2).

Acţiunile sau comportamentele pe care le realizează subiectul sunt fie automate, fie controlate. Cele automate sunt determinate de cunoştinţele din memoria de lucru. Cele controlate sunt rezultanta procesărilor cunoştinţelor şi structurii de scopuri din partea cea mai activată a memoriei de lucru, adică „atenţia". Figura 10.3 prezintă schiţa arhitecturii cognitive, aşa cum poate fi ea inferată din analiza teoretico-experimentală întreprinsă în această carte.

Fig. 10.3. *Un model posibil al arhitecturii cognitive*: a, b – stimuli cunoscuţi; c – stimul inedit; RP – reguli de producere; RC – reguli care guvernează reţelele conexioniste.



Evident, arhitectura propusă nu este completă, dar este o tentativă de a surprinde interacţiunea dintre principalele mecanisme subiacente proceselor cognitive analizate pe parcursul lucrării. Cel puţin ca exerciţiu util, merită să o comparăm cu constrângerile metodologice formulate de A. Newell.

1. Modelarea propusă permite un *comportament flexibil*, în funcţie de dinamica mediului. Orice stimul nou, inedit, intră direct în „câmpul atenţiei", fiind supus unei procesări mai laborioase. Stimulii cunoscuţi sunt procesaţi sumar, dar ei pot face obiectul unor intense prelucrări în funcţie de intenţionalitatea subiectului. Schimbarea structurii de scopuri modifică relevanţa stimulilor, deci, implicit, gradul lor de prelucrare.

2. Arhitectura propusă poate „subîntinde" un *comportament teleologic*. În afară de natura stimulilor, structura de scopuri (motivaţia) aflată în memoria de lucru este principala modalitate de activare a cunoştinţelor şi de coordonare a comportamentului.

3. Arhitectura permite funcţionarea cognitivă în *timp real*. Ea ţine seama de datele experimentale asupra duratei de desfăşurare a fiecăruia dintre mecanismele prezentate.

4. Pe baza ei, un sistem cognitiv poate opera în *medii complexe*. Mecanismele modulare de prelucrare primară a informaţiei permit asimilarea unei cantităţi imense de stimuli, fără efort deosebit. Ele sunt preatenţionale, irepresibile şi impenetrabile cognitiv. Întreaga arhitectură consacră bazei de cunoştinţe un rol esenţial, atât în procesarea secundară a informaţiei senzoriale, cât şi în toate prelucrările ce au loc la nivelul memoriei de lucru sau „atenţiei". Accesarea bazei de cunoştinţe se face fie prin reguli de producere, fie pe baza regulilor conexioniste. Modul de organizare a cunoştinţelor în memorie facilitează una sau alta dintre aceste tipuri de reactualizări. Comportamentul este ghidat de cunoştinţele şi scopurile din „câmpul atenţiei" (comportament controlat) sau de cunoştinţele şi structura de scopuri activate în memoria de lucru.

5. Arhitectura permite *operarea cu simboluri* şi structuri simbolice dar, spre deosebire de ACT* şi SOAR, postulează şi mecanisme subsimbolice, neuromimetice. Unul dintre minusurile arhitecturii propuse constă în faptul că ea nu rezolvă problema relaţiei dintre structurile şi procesările simbolice pe de o parte, reţelele şi procesările neuromimetice – pe de altă parte.

6. Arhitectura propusă permite *receptarea şi producerea limbajului natural* sau a limbajelor artificiale. Din păcate, limbajul este marele absent al acestei lucrări.

7. Arhitectura permite sistemului cognitiv uman *să înveţe din mediu sau din propria experienţă*. Pentru structurile simbolice, învăţarea constă în contextualizarea regulilor de producţie mai generale sau în dobândirea şi stocarea în memorie de noi reguli. Pentru structurile subsimbolice, învăţarea constă în modificarea ponderii conexiunilor dintre neuromimi pe baza regulilor cunoscute. Ambele tipuri de învăţare sunt dependente de modul de organizare a bazei de cunoştinţe prealabile.

8. Arhitectura face posibilă *dezvoltarea cognitivă*. Această dezvoltare vizează, în primul rând: (a) argumentarea bazei de cunoştinţe; (b) dezvoltarea mărimii memoriei de lucru; (c) modificarea (optimizarea) regulilor de producere; (d) optimizarea accesului la cunoştinţele din MLD. O scădere a modelului propus constă în faptul că nu explică modul în care dezvoltarea cognitivă este influenţată de dezvoltarea metacognitivă. (Metacogniţia cuprinde cunoştinţele pe care subiectul le are despre funcţionarea propriului său sistem cognitiv şi care pot optimiza funcţionarea acestuia.)

9. Arhitectura propusă îi permite subiectului uman să ducă o *viaţă socială*, menţinându-şi *autonomia* internă. El poate selecta influenţele sociale, poate împărtăşi sau nu structura de scopuri care animă comunitatea din care face parte, poate decide pe baza propriilor sale cunoştinţe şi capacităţi de calcul.

10. Arhitectura permite *emergenţa conştiinţei* şi construcţia identităţii proprii, prin activarea şi procesarea cunoştinţelor despre viaţa internă a subiectului. E însă destul de neclar cum se realizează efectiv acest lucru.

La sfârşitul acestei confruntări cu cerinţele metodologice ridicate în faţa oricărui candidat la titlul de „arhitectură a sistemului cognitiv uman", să observăm că modelul propus aici le satisface în mare măsură. El are însă şi minusuri, unele semnalate deja în text. Comparată succint cu ACT* şi SOAR, modelarea propusă pare mai flexibilă şi mai concordantă cu rezultatele experimentale, admiţând structuri şi mecanisme subsimbolice. Ea este însă insuficient articulată, reclamând numeroase detalieri, precum şi validare experimentală. Mai degrabă decât comprehensivă, arhitectura schiţată se doreşte stimulativă pentru noi investigaţii. Oricum, detectarea arhitecturii sistemului cognitiv uman este una dintre problemele majore ale cercetărilor actuale şi de perspectivă din psihologia cognitivă. Cu tot riscul simplificării, integrarea masei imense de date experimentale şi modele locale acumulate până în prezent într-o arhitectură unică este o sarcină care *trebuie* abordată, altfel devine, pe zi ce trece, tot mai greu de surmontat, căci din construcţia unor modele stângace şi incomplete va apărea, în cele din urmă, modelul optimal, capabil să reducă toată complexitatea funcţionării cognitive la o arhitectură elegantă şi simplă. În ştiinţă, ca şi în viaţă, singura opţiune viabilă este *construcţia*.

GLOSAR

ACT* = (*Adaptive Control of Thought*), teorie propusă de J.R. Anderson pentru arhitectura cognitivă simbolică, bazată pe postularea a două tipuri de memorie de lungă durată (declarativă şi procedurală), accesate din memoria de lucru pe baza regulilor de producere. Se citeşte ACT*, fiind o variantă îmbunătăţită a unei teorii iniţiale ACT.

activare = (în paradigma neoconexionistă) valoare care indică nivelul de activitate a unui neuromim. Ea se defineşte printr-un scalar pe un anumit interval, de către exploratorul reţelei.

algoritm = procedură rezolutivă dintr-un număr finit de paşi, pe baza căreia soluţia se obţine cu certitudine. Aceeaşi funcţie poate fi realizată de mai mulţi algoritmi.

amnezie anterogradă = incapacitatea de a învăţa noi cunoştinţe declarative după o traumă. Cunoştinţele procedurale (motorii) nu par a fi afectate de amnezia anterogradă.

amnezie retrogradă = pierderea memoriei despre evenimentele pe care le-ai trăit anterior unei traume.

amorsaj = efectul cunoştinţelor anterioare asupra recunoaşterii sau reamintirii itemilor test. Intensificarea răspunsului la un stimul prin administrarea prealabilă a unui stimul din aceeaşi categorie (engl.: *priming*; franc.: *amorsage*).

analiză ascendentă = tip de procesări cognitive iniţiate de caracteristicile fizice ale stimulului. De regulă, sunt impenetrabile cognitiv (engl.: *botom-up analysis*, *data driven analysis*; franc.: *analyse ascendante*).

analiză descendentă = tip de procesări cognitive monitorizate de baza de cunoştinţe a subiectului (engl.: *top-down analysis, knowledge-driven analysis*; termen sinonim: procesare descendentă; franc.: *analyse descendante*).

analiza Fourier = metodă matematică de reprezentare a funcţiilor periodice prin serii de funcţii trigonometrice periodice (serii Fourier). O funcţie periodică e descompusă în armonicele sale, apoi recompusă prin sinteza lor. În ultimii ani, acest formalism se foloseşte pentru modelarea mecanismului de extragere a contururilor din variaţiile periodice ale luminozităţii.

analiza mijloace-scop = strategie rezolutivă euristică bazată pe compararea succesivă a stării-scop cu starea actuală şi reducerea diferenţei prin aplicarea unor operatori.

bias = un input constant indus neuromimilor, independent de valoarea netinputului. Este asimilat cu o conexiune pe care reţeaua studiată ar putea s-o aibă cu o altă reţea; utilizarea lui reduce posibilitatea unei explozii computaţionale (engl.: *bias*; franc.: *biais*).

calcul = combinare de simboluri sau valori de activare scalare pe baza unor reguli.

calculabilitate = proprietate a unei funcţii de a fi calculabilă. O funcţie e calculabilă dacă e general recursivă.

categorie = clasă de elemente instituită de subiect prin calculul similarităţii, ghidat de baza de cunoştinţe.

câmp receptor = o mulţime de receptori (vizuali) care modulează activitatea unui neuron.

celule off-on = celule din zonele de proiecţie cerebrală ale analizatorului vizual, cu activitate maximă înregistrată atunci când stimulul luminos este format dintr-un punct negru mărginit de un fond luminos.

celule on-off = celule din zonele de proiecţie cerebrală ale analizatorului vizual, cu activitate maximă în condiţiile în care stimulul luminos e mărginit de benzi negre.

chunks = modalitate de organizare a informaţiilor în unităţi de sens, în funcţie de scopurile sau baza de cunoştinţe a subiectului.

ciclu = durata unei modificări complete a tuturor valorilor de activare ale unităţilor dintr-o reţea. Trebuie deosebit de epocă (= durata necesară pentru o reponderare a conexiunilor dintre unităţile reţelei). Ciclul se referă la modificarea *valorilor de activare*; epoca - la modificarea *ponderii* conexiunilor (engl.: *cycle*).

concept = proiecţie mentală a unei categorii care specifică toate caracteristicile esenţiale, necesare şi suficiente pentru ca un obiect să poată aparţine categoriei respective.

conexionism = (cunoscut uneori sub numele de neoconexionism) paradigmă de cercetare din ştiinţele cognitive bazată pe reprezentarea cunoştinţelor prin reţele neuromimetice, semantic-opace şi mecanisme paralele de procesare a informaţiei (engl.: *(neo)connectionism*; termen analog: *prelucrări paralele distribuite*).

constrângeri naturale = caracteristici ale mediului fizic şi ale biologiei organismului care circumscriu modul de prelucrare a informaţiei (engl.: *natural constraints*).

detectori de trăsături = neuroni care se activează de fiecare dată când apare o anumită caracteristică a stimulului fizic. Conform cu Hubel şi Wiesel, ei se împart în simpli, complecşi şi hipercomplecşi (engl.: *feature detectors, traits detectors*).

efectul FAN = o explicaţie a interferenţei (J.R. Anderson); cu cât sunt mai multe cunoştinţe alocate unui nod dintr-o reţea semantică, cu atât mai dificilă este activarea lor.

efectul spaţierii = îmbunătăţirea performanţelor mnezice prin interpolarea unor itemi din alte categorii între itemii ce trebuie memoraţi.

epocă (iteraţie) = durata de reponderare a conexiunilor dintre neuromimii unei reţele. Trebuie deosebită de ciclu (= durata modificării valorilor de activare a tuturor neuromimilor). Ciclul se referă la activarea unităţilor, epoca la modificarea conexiunilor (engl.: *epoch*).

eritabilitatea trăsăturilor = caracteristică a reţelelor semantice, prin care o proprietate asociată cu un nod din reţea este moştenită de toate nodurile subordonate.

eroare = diferenţa dintre outputul dezirabil şi outputul actual (în paradigma conexionistă).

euristică = strategie rezolutivă care poate duce la obţinerea unei soluţii corecte, dar nu ne garantează dacă aceasta e cea optimă, nici dacă se va obţine cu certitudine.

faza de antrenament= fază în care o reţea este învăţată să ofere un output actual cu abatere cât mai mică de la outputul dezirabil. Se prezintă succesiv perechi input-output şi se modulează ponderea conexiunilor pe baza regulilor de învăţare (engl.: *training mode*; *training trial*).

faza de testare = faza în care unei rețele i se administrează inputuri diferite de cele date în faza de învățare, pentru a vedea dacă outputul ei are o eroare neglijabilă față de outputul dezirabil.

fluid sangvin local = metodă de diagnostic bazată pe compararea debitului fluxului sangvin dintr-o zonă cerebrală cu rata optimă sau normală, pentru a constata eventualele disjuncții. Se utilizează și ca metodă de stabilire a ariilor cerebrale implicate în realizarea anumitor sarcini cognitive: se administrează sarcina și se notează zonele cerebrale în care fluxul sangvin s-a modificat.

geon = (*geometrical ion*) părțile în care se poate descompune un obiect pe baza segmentării sale în zonele de maximă concavitate locală. După Biederman, descompunerea obiectelor în geoni stă la baza recunoașterii.

grup de cuaternalitate = grup algebric utilizat de J. Piaget pentru reprezentarea proprietăților pe care le au operațiile logico-matematice sau formale (INRC – I = identitatea, N = negația, R = reciproca, C = corelativa).

habituarea = reducerea intensității răspunsului la o stimulare repetată, care nu prezice impactul unor noi stimulări.

hartă psihologică = reprezentarea mentală a unei arii geografice, saturată în cunoștințele și reacțiile emoționale ale subiectului față de diverse puncte de pe această hartă. Proiecția subiectivă a unei hărți cartografice.

imagine mintală = reprezentare cognitivă a formei și configurației relative a unei mulțimi de obiecte, în absența acțiunii stimulilor vizuali asupra receptorilor specifici.

inhibiție laterală = inhibarea activității unui neuron datorită activării neuronilor vecini. Prin extensie, reducerea valorii de activare a unor unități cognitive datorită sporirii valorii de activare a unităților învecinate.

interferența proactivă = deteriorarea reamintirii cunoștințelor recent învățate datorită influenței cunoștințelor anterioare.

interferența retroactivă = deteriorarea reamintirii cunoștințelor anterior învățate datorită memorării de noi cunoștințe.

ipoteza codului dual = ipoteză lansată de A. Paivio, potrivit căreia configurațiile spațiale sunt mai bine reamintite decât cuvintele, datorită codării lor atât imagistic, cât și verbal.

ipoteza codului triadic = ipoteză (generată prin extensia teoriei lui A. Paivio asupra codului dual) potrivit căreia la stocarea scenelor sau a configurațiilor spațiale concură trei tipuri de reprezentări: imagistică, semantică și verbală.

logica predicatelor de ordinul I = logica legilor de raționare în funcție de structura propozițiilor elementare. Propozițiile elementare sunt descompuse în predicate despre variabile individuale (ex.: „*x* are proprietatea *P*" sau „*x* se află în relația *R* cu *y*") și pot fi afectate cu cuantificatori. Logica predicatelor include și logica propozițiilor.

memorie de lucru = partea activată a memoriei de lungă durată, implicată în rezolvarea de probleme. Termen similar cu memoria de scurtă durată.

memorie de lungă durată = cunoștințele de care dispune sistemul cognitiv pe o durată mai lungă de timp (ex.: mai mare de 30 de secunde), cu o capacitate practic nelimitată.

memorie de scurtă durată = vezi memoria de lucru.

memorie ecoică = memorie senzorială pentru stimuli auditivi, cu durată de până la 1,5-2 secunde.

memorie episodică = memoria evenimentelor autobiografice, incluzând contextul (timpul, locul) în care au avut loc (engl.: *episodic memory*).

memorie iconică = memorie senzorială pentru stimuli vizuali cu durată de aproximativ 200 milisecunde.

memorie procedurală = totalitatea cunoştinţelor despre *cum* să faci ceva. Se dobândeşte prin practică, este greu verbalizabilă şi poate fi măsurată prin teste de memorie implicită (engl.: *procedural memory*).

memorie senzorială = tip de memorie specifică fiecărei modalităţi senzoriale, cu o durată de până la 1,5-2 secunde şi capacitate nelimitată. Funcţia ei probabilă este de a reţine prezenţa stimulului în sistemul cognitiv până la iniţierea unor procesări mai complexe.

memorie semantică = memorie pentru cunoştinţele generale, factuale. Tip de cunoştinţe prezent în dicţionare şi enciclopedii. Nu cuprinde informaţiile despre obiecte particulare (engl.: *semantic memory*).

modelul computaţional-geometric al categorizării = modelare a constrângerilor implicate în categorizarea bazată pe prelucrarea similarităţii. Constrângerile sunt exprimate sub formă de axiome (axioma minimalităţii, axioma simetriei şi a minimalităţii în triunghi). Similaritatea se exprimă spaţial şi se măsoară geometric.

modelul computaţional ansamblist al categorizării = model elaborat de A. Tversky, care consideră că procesarea similarităţii pentru a institui categorii e guvernată de o singură axiomă ansamblistă (vezi cap. 4).

modul cognitiv = mecanism de prelucrare a informaţiei, irepresibil, preatenţional, cu locaţie neurofiziologică precisă, încapsulat şi impenetrabil cognitiv. Numai outputul acestui mecanism este accesibil celorlalte componente ale sistemului cognitiv. Modularitatea este specifică procesărilor „periferice" (perceptive).

modelul filtrelor atenţiei = clasă de modele conform cărora atenţia constă în selectarea unui semnal din mai multe semnale disponibile, în vederea unei procesări mai elaborate. Are trei variante: *filtrajul timpuriu* (Broandbendt), *filtrajul târziu* (Norman) şi *filtrajul atenuant* (Treisman). Modelarea neuromimetică a atenţiei şi considerarea funcţiei sale de asigurare a unui comportament coerent face superfluu apelul la „filtre".

memorie explicită (declarativă) = totalitatea cunoştinţelor factuale despre *ce sunt* anumite lucruri. Este uşor de verbalizat, testabilă prin probe de recunoaştere şi reproducere (engl.: *explicite/declarative memory*).

memorie implicită (nondeclarativă) = totalitatea cunoştinţelor care influenţează comportamentul, nonverbalizabile sau greu verbalizabile, testabile prin teste implicite. Cuprinde cunoştinţe procedurale, amorsajul şi condiţionarea clasică (engl.: *implicit/non-declarative memory*).

metoda *loci* = metodă clasică de memorare care constă în asocierea itemilor ce trebuie memoraţi cu diverse repere ale unui traseu binecunoscut de subiect.

nediscriminabile experimental = modele diferite care generează aceleaşi predicţii validate experimental, astfel încât pe baza acestor predicţii nu se poate selecţiona modelul cel mai potrivit. Modelele neuromimetice şi cele simbolice ale categorizării sunt (deocamdată) nediscriminabile experimental, după L.W. Barsalou.

netinput = suma tuturor inputurilor receptate de un neuromim. În cazul cel mai simplu, valoarea sa este egală cu valoarea nivelului de activare a unei unităţi *u*. La modul general, se calculează prin ponderarea valorilor outputurilor unor unităţi cu tăria conexiunilor lor cu unitatea pentru care se calculează netinputul (engl. : *netinput*).

nivel algoritmic-reprezentaţional = nivel de analiză a sistemului cognitiv centrat pe investigarea modului de reprezentare internă a inputului şi outputului unei funcţii, precum şi a algoritmului care o poate implementa.

nivel computaţional = nivel de analiză a sistemului cognitiv care vizează stabilirea relaţiei funcţionale dintre inputul şi outputul unei funcţii care trebuie calculată, precum şi a regulilor (constrângerilor) pe baza cărora inputul se converteşte în output.

nivelul cunoştinţelor = analiza scopurilor şi cunoştinţelor declarative sau nondeclarative, care penetrează modul de procesare a informaţiei sau de realizare a unui comportament.

nivel implementaţional = analiza sistemului cognitiv la nivelul structurii sale fizice (ex. : neurobiologic, electronic) care realizează o anumită procesare a informaţiei.

operator = acţiune sau operaţie mentală, care permite transformarea unei stări a problemei în altă stare, în condiţiile satisfacerii unor constrângeri.

penetrabilitate cognitivă = proprietate a unui mecanism cognitiv de a fi influenţat de baza de cunoştinţe şi intenţiile subiectului. Procesările modulare şi arhitectura cognitivă sunt cognitiv-impenetrabile (după Z. Pylyshyn) (engl. : *cognitive penetrability*).

perceptron = reţea neuromimetică binivelară, cu valori binare ale inputului şi outputului, în care propagarea valorii de activare se face pe baza unei funcţii liniare (engl. : *perceptron*).

pixel = unitate minimală în care se poate descompune o imagine perceptivă.

plauzibilitate neuronală = caracteristică a modelelor cognitive de a fi compatibile cu principalele date din neurobiologie.

potenţiale evocate = activitatea electrică a unui neuron ca răspuns la o stimulare senzorială. Se înregistrează adesea, cu ajutorul unor electrozi implantaţi.

prelucrări paralele distribuite (PDP) = paradigmă de cercetare a sistemului cognitiv care consideră că informaţia nu e localizată, ci distribuită pe conexiunile dintre nodurile unei reţele, iar procesarea ei se face concomitent, de către mecanisme paralele (termen analog : neoconexionism ; engl. : *parallel distributed processing* - PDP).

principiul economiei stricte = principiul de construcţie a reţelelor semantice (Collins şi Quillian), potrivit căruia o proprietate era stocată o singură dată în reţea, la nivelul nodului care ocupă poziţia cea mai înaltă în ierarhie.

problemă bine definită = problemă în care sunt specificate clar starea iniţială, starea finală şi operatorii de transformare a stărilor problemei (engl. : *well-defined problem*).

problemă insuficient definită = problemă în care una dintre componentele spaţiului problemei (datele, starea finală sau blocul de operatori) nu este precizată (engl. : *ill-defined problem*).

problemă = situaţie care apare atunci când subiectul intenţionează să-şi realizeze un scop sau să reacţioneze la o situaţie stimul pentru care nu dispune de un răspuns adecvat în memorie.

procesare descendentă = tip de prelucrare a informaţiei dependent de baza de cunoştinţe a subiectului. Tip de analiză, complementar analizei ascendente (engl.: *top-down processing, knowledge-driven procesing*; franc.: *analyse descendante*).

proprietăţi nonaccidentale = caracteristici ale schiţei $2^{1/2}$ D, relativ invariante în raport cu punctul de vedere al subiectului.

protocolul gândirii cu voce tare = metodă de studiere a procesului rezolutiv bazată pe verbalizarea operaţiilor şi cunoştinţelor utilizate de subiect (engl.: *thinking aloud protocol*).

prototip = exemplar tipic al unei categorii. Poate avea referent real, fiind unul dintre elementele categoriei sau poate fi o construcţie compozită, un „portret robot" al „elementului" unei categorii.

rata degradării = deteriorare spontană a stării de activare a unui neuromim în funcţie de timpul scurs de la ultima activare. De regulă, ea se stabileşte de către exploratorul reţelei (engl.: *decay rate*).

rata învăţării = rata de modificare a ponderii conexiunilor unei reţele neuromimetice în faza de învăţare (engl.: *learning rate*).

regula delta = regulă de învăţare bazată pe discrepanţa dintre outputul actual şi outputul dezirabil. Pentru reducerea erorii se modifică ponderea conexiunilor după formula $DW_{u,i} = lr\,(d_u - a_u)\,a_i$. Termen similar: regula Widrow-Hoff (engl.: *delta rule*).

regula retropropagării erorii = regulă de învăţare în reţelele multinivelare, rezultată din generalizarea regulii delta. Pe baza erorii (= abaterea outputului actual de la outputut dezirabil) se modifică ponderea conexiunilor dintre unităţile de la fiecare nivel, în funcţie de gradul lor de participare la apariţia erorii (termen sinonim: *regula delta generalizată*; engl.: *back-propagation, generalized delta rule*).

regula lui Hebb = regulă de învăţare a reţelelor care specifică cu cât va creşte ponderea conexiunilor dintre două unităţi în funcţie de produsul valorilor lor de activare. Se bazează pe sugestia lui D. Hebb că intensitatea sinapsei dintre doi neuroni creşte dacă ei sunt activaţi simultan.

reguli de învăţare = algoritmi sau ecuaţii pe baza cărora se modifică ponderea conexiunilor unei reţele neuromimetice, în vederea reducerii erorii. Ex.: regula lui Hebb, regula delta, regula retropropagării erorii etc. (engl.: *learning rules*).

reguli de producere = perechi de tipul „dacă... atunci...", în care antecedentul conţine o mulţime de condiţii, iar consecventul - o acţiune sau operaţie ce trebuie executată dacă aceste condiţii sunt îndeplinite (engl.: *production rule*).

reprezentare = proiecţia internă, într-un sistem cognitiv, a mediului său extern. Reprezentările pot fi simbolice (= semantic transparente) sau subsimbolice (semantic opace).

rest de activare = valoarea de activare a unei unităţi rezultată în urma deteriorării de la ultima stimulare (engl.: *activation rest*).

reţea interactivă = o reţea neuromimetică în care unităţile sunt conectate bidirecţional, iar valorile lor de activare se modifică într-o secvenţă de cicli. Sunt formate din unităţi ascunse şi unităţi vizibile (engl.: *interactive network*).

reţea propoziţională = modalitate de organizare a cunoştinţelor în memorie şi formalism de reprezentare a acestei organizări. Unităţile de bază ale reţelei sunt propoziţiile sau aserţiunile simple. Ele sunt interconectate prin intermediul termenilor lor,

între care se stabilesc relaţii funcţionale („obiect", „subiect", „relaţie") sau relaţii de tipul „este un (o)" (engl. : *propositional network*).

reţea semantică = modalitate de organizare a cunoştinţelor în memorie (şi formalism de reprezentare a acestei organizări), formată din noduri şi arce. Nodurile reprezintă concepte, iar arcele - relaţii semantice dintre concepte sau dintre acestea şi proprietăţile lor (engl. : *semantic network*).

reţea unidirecţională = reţea neuromimetică cu cel puţin două niveluri (input şi output), în care activarea se propagă unidirecţional, de la unităţile input (prin unităţile ascunse) spre unităţile output (engl. : *feedforward network*).

SOAR = model al arhitecturii cognitive, propus de A. Newell. Se consideră că există un singur bloc mnezic, organizat în sisteme de producere. Activarea cunoştinţelor se face în paralel, iar selecţia e realizată pe baza structurii de scopuri sau preferinţe din memoria de lucru.

strategie prospectivă = strategie rezolutivă pe baza căreia, aplicând diverşi operatori de la starea iniţială a problemei („ce se dă"), se obţine starea finală („ce se cere").

strategie retrospectivă = strategie rezolutivă în cadrul căreia, pe baza cunoaşterii stării finale a problemei, se aplică blocul de operatori pentru a genera starea imediat anterioară celei finale ş.a.m.d., până la generarea stării iniţiale. Scopul se împarte în subscopuri, până când unul dintre ele corespunde datelor problemei (engl. : *working backward*; franc. : *stratégie retrospective*).

strategie rezolutivă = metodă de rezolvare a unei probleme. Principalele tipuri de strategii rezolutive sunt euristicile şi algoritmii.

sistem de producere = o mulţime organizată de reguli de producere. Formalism utilizat pentru descrierea modului de organizare a cunoştinţelor în memorie sau de accesare a lor (engl. : *production system*).

sistem fizico-simbolic = ipoteză lansată de H.A. Simon şi A. Newell potrivit căreia orice sistem fizic care operează cu simboluri şi structuri simbolice e capabil să se comporte inteligent. Această idee se află la baza paradigmei simbolice din ştiinţele cognitive (engl. : *physical symbol system*).

stereopsis = disparitate retiniană, faptul că cei doi ochi văd acelaşi obiect din unghiuri diferite. Stă la baza calculului adâncimii.

testul Turing = test pe baza căruia se consideră că un sistem este inteligent dacă un observator extern nu poate discrimina outputurile sale de outputurile subiectului uman.

texton = mecanism modular de procesare a textului; unitate minimală a unei texturi.

unităţi cognitive (neuromimi) = nodurile dintr-o reţea conexionistă. Se caracterizează printr-o valoare de activare şi prin mulţimea conexiunilor cu alte elemente din reţea.

validitate ecologică = calitate a unui model sau construct teoretic de a prezice comportamentele subiectului în lumea reală, naturală, din afara laboratorului (engl. : *ecological validity*).

Referinţe bibliografice

Allport, A. (1990), „Visual attention", în *Foundation of Cognitive Science*, M.I. Posner (ed.), MIT Press, Cambridge, 1990.

Anderson, J.R. şi Bower, G.H. (1973), *Human Associative Memory*, Whashington DC, Winton.

Anderson, J.R. (1976),*Language, Memory and Thought*, Hillsdale, N.J., Lawrence Erlbaum ASS.

Anderson, R.C. şi Pichert, J.W. (1978), „Recall of previously unrecallable information following a shift in perspective", în *Journal of Verbal Learning and Verbal Behaviour*, 17.

Anderson, J.R. (1983), *The Architecture of Cognition*, Cambridge, MA, Harvard University Press.

Anderson, J.R. (1985), *Cognitive Psychology and Its Implications*, New York, W.H. Freeman.

Anderson, J.R. (1987), „Skill aquisition: Compilation of weak-method problem solutions", în *Psychological Review*, 94, pp. 192-210.

Arkes, H.R., şi colab. (1981), „Hindsight bias among physicians weithing the likelihood of diagnosis", în *Journal of Applied Psychology*, 66, pp. 252-254.

Arseni, Golu, Dănăilă (1983), *Psihoneurologie*, Ed. Academiei, Bucureşti.

Atkinson, R.C. şi Shiffrin, R.M. (1968), „Human memory: A proposed system and its control processes", în K. Spence şi J. Spence, *The Psychology of Learning and Motivation*, vol. 2, New York, Academic Press.

Baddeley, A.D. (1982), „Domains of recollection", în *Psychological Review*, p. 89.

Baddeley, A.D. (1986), *Working Memory*, Oxford, Claredon.

Bahrick, H.P. şi Wittlinger, R.P. (1975), „Fifty years of memory for names and faces", în *J. of Exp. Psychology General*, vol. 104.

Banks şi Flora, J. (1977), „Semantic and perceptual processes in symbolic comparisons", în *Journal of Experimental Psychology : Human Perception and Performance*, 3, pp. 278-290.

Barsalou, L.W. (1990), „On the indistinguishability of exemplar memory and abstraction in category representation", în *Advances in Social Cognition*, vol. III, T.K. Srull şi R.S. Wyer (eds.), Cambridge University Press.

Barsalou, L.W. (1992), *Cognitive Psychology*, Hillsdale, Lawrence Erlbaum ASS.

Bechtel, W. (1985), „Contemporary connectionism: are the new parallel distributed processing models cognitive or associationist?", în *Behaviorism*, nr. 1.

Bechtel, W. şi Abrahamson, A. (1991), *Connectionism and the Mind*, Basic Blackwell, Cambridge.

Beck, A.T. (1976), *Cognitive Therapy and the Emotional Disorders*, New York, International University Press.

Biederman, I. şi colab. (1982), „Scene perception: Detecting and judging objects undergoing relational violations", în *Cognitive Psychology*, 14, pp. 143-177.

Biederman, I. (1987), „Recognition by components: A theory of human image understanding", în *Psychological Review*, 94, pp. 115-147.

Biederman, I. (1988), *Aspects and extentions of a theory of human image understanding*, în Z. Pylyshyn, (ed.).

Biederman, I. (1990), „Higher-Level Vision", în *An Invitation to Cognitive Science*, vol. I.

Bindra, D. (1984), „Cognition, its origin and future in psychology", în *Annals of Theoretical Psychology*, J.R. Royce şi L. Moss (eds.), Plenum Press, New York.

Bisach, E. şi Luzzatti, C. (1978), „Unilateral neglect of representational space", în *Cortex*, 14.
Bonnet, Cl. (1989), „La perception visuelle des formes", în Bonnet Cl., Ghiglione R., Richard J.E. (eds.), 1990, *Traité de psychologie cognitive*, Dunod, Paris.
Bonnet, Cl. (1990), „La perception visuelle des formes", în Bonnet Cl., Ghiglione R., Richard J.F. (eds.), *Traité de psychologie cognitive*, vol. I, Dunod, Paris.
Bower, G.H. şi colab. (1979), „Scripts in memory for text", în *Cognitive Psychology*, 11, pp. 177-220.
Bower, G.H. (1981), „Mood and memory", în *American Psychologist*, 36, pp. 129-148.
Brewin, C.R. (1988), „Attribution therapy", în *The New Development in Clinical Psychology*, F. Watts (ed.), Chicester.
Broandbendt, D.E. (1958), *Perception and Communication*, New York, Pergamon.
Brooks, L.R. (1968), „Spatial and verbal components of the act of recall", în *Canadian J. of Psychology*, 2.
Brown, J.S. şi van Lehn, K. (1980), „Repair theory: A generative theory of bugs in procedural skills", în *Cognitive Science*, 4, pp. 397-426.
Bruce, C., Desimone, R., şi Gross, C.G. (1981), „Visual properties of neurons in a polysensory area in superior temporal sulcus of the macaque", în *J. of Neurophysiology*, 46.
Bruner, J.S., Goodnow, J. şi Austin, G.A. (1956), *A Study of Thinking*, New York, Wyley.
Budsen, C. şi Larsen, A. (1975), „Visual information of size", în *J. of Exp. Psychology General*, nr. 1.
Bunge, M., Ardila, R. (1987), *Philosophy of Psychology*, Academic Press, New York.
Butler, B.G. (1974), „The limits of selective attention in tachistoscope recognition", în *Canadian J. of Psychology*, vol. 28.
Campione, J.C., Brown, A. şi Bryant, N. (1985), *Individual differences in learning and memory*, in R.J. Sternberg (ed.), *Human abilities : An information-processing aproach*, New York, Freeman.
Card, S.K. şi colab. (1983), *The Psychology of Human-Computer Interaction*, Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum Associates, 1983.
Carmichael, L., Hagan, H.P. şi Walter, A. (1932), „An experimental study of the effect of language on the reproduction of visually perceived forms", în *J. of Exp. Psychology*, vol. 15.
Cavanagh, P. şi Leclerc, Y.C. (1989), „Shape from shadows", în *Journal of Experimental Psychology : Human Perception and Performance*, 15, pp. 3-27.
Ceauşu, V. (1972), *De la incertitudine la decizie*, Bucureşti, Ed. Militară.
Chace, W.G. (1973) (ed.), *Visual Information Processing*, New York, Academic Press.
Cherry, E.C. (1953), „Some experiments on the recognition of speech with one and with two ears", în *Journal of the Acoustical Society of America*, 25, pp. 975-979.
Churcland, P.S. (1986), „Some seductive strategies in cognitive neurobiology", în *Mind*, vol. 95.
Claristensen-Szalanski, J. (1984), „Physicians use of probabilistic information in a real clinical setting", în *J. of Exp. Psychology : Human Perc. and Perf.*, nr. 7.
Clark, H.H. (1980), *Linguistic Processes in Deductive Reasoning*, în Johnson-Laird, Wason (eds.).
Cole, M., Perez-Cruet (1964), „Prosopagnosia", *Neuropsychologia*, 2, pp. 237-246.
Conrad, R. (1964), „Acoustic confusion in immediate memory", în *British Journal of Psychology*, 55, pp. 75-84.
Cooper, L.A. şi Shepard, R.N. (1973), „The time required to prepare for a rotated stimulus", în *Memory şi Cognition*, 1, pp. 246-250.
Cowan, N. (1988), „Evolving conceptions of memory storage, selective attention and their mutual constrains within the human information-processing system", în *Psychological Bulletin*, nr. 2.
Craik, F.I. şi Lockhart, R.S. (1972), „Levels of processing: A framework for memory research", în *J. of Verbal Learning and Verbal Behaviour*, 11.

Crowder, R.C. şi Morton, J. (1969), „Precategorial acoustic storage (PAS)", în *Perception şi Psychophysics*, nr. 5.

De Soto, C.B. şi colab. (1965), „Social reasoning and spatial paralogic", în *J. of Pers. and Soc. Psychology*, nr. 2.

Dillon, J.T. (1988), „Levels of Problem Finding *vs* Problem Solving", în *Questioning Exchange*, 2.

Donahoe, J., Palmer, D. (1989), „The interpretation of complex human behavior: some reaction to Parallel Distributed Processing", edited by J.L. McClelland, D.E. Rumelhart and PDP research group în *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, nr. 3.

Dunker, K. (1945), „On problem-sohing" (translated by L.S. Lees), *Psychological Monographs*, 58, nr. 270.

Dumitriu, A. (1973), *Teoria logicii*, Ed. Academiei RSR, Bucureşti.

Eich, J.E. (1985), „Context, memory and integrated item/context imagery", în *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 11.

Einstein, A. şi Infeld, L. (1938), *The Evolution of Physics*, New York, Siomn şi Schuster.

Ellis, A. (1962), *Reason and Emotion in Psychotherapy*, New York, Lile Stuart.

Erickson, K.A. şi Simon, H.A. (1984), *Protocol Analysis: Verbal Reports as Data*, Cambridge, MA, MIT Press.

Evans, J.St. (1984), *Thinking and Reasoning*, London, Routledge and Keogon Paul.

Farah, M.J. (1984), „The neurological basis of mental imagery: A componential analysis", în *Cognition*, 18.

Farah, M.J. (1988), „Is visual imagery really visual? Overlooked evidence from neuropsychology", în *Psychological Review*, 95.

Feuerstein (1993), *L.P.A.D. - Learning Potential Assessment Device,* în S. Ionescu ed.

Finke, R.A. şi Shepard, R.N. (1986), „Visual functions of mental imagery", în *Handbook of Perception and Human Performance.*

Fischhoff, G. (1982), „For those condemned to study the past: Heuristics and biases in hindsight", în D. Kahneman, P. Slovic and A. Tversky (Eds.), *Judgement under Uncertainty: Heuristics and Biases*, Cambridge, England, Cambridge Univ. Press.

Fodor, J.A. şi colab. (1984), *The Psychology of Language*, New York, McGraw-Hill.

Gardiner, H. (1987), *The Mind's New Science*, Basic Book, New York.

Gelman, S.A. şi Markman, E.M. (1986), „Categories and induction in young children", *Cognition*, 23, pp. 183-209.

Gentner, D. şi Landers, R. (1985), „Analogical reminding: A good match is hard to find", în *Proceedings of the International Conference on Systems, Man, and Cybernetics*, Tucson, AZ.

Gibson, J.J. (1950), *Perception of the Visual World*, Boston, Houghton.

Gibson, J.J. (1966), *The Senses Considered as Perceptual Systems*, Boston, Houghton.

Gick, M.L. şi Holyoak, K.J. (1980), „Analogical problem solving", în *Cognitive Psychology*, 15, pp. 1-38.

Glanzer, M. şi Cunitz, A.R. (1966), „Two storage mechanisms in free recall", în *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 5, pp. 351-360.

Godden, D.R. şi Baddeley, A.D. (1975), „Context-dependent memory in two natural environments: on lands and underwater", în *British Journal of Psychology*, vol. 6.

Gorman, R.P., Sejnowski, T.J. (1988), *Learned Classification of Sonor Targets Using a Massively-Parallel Network*, IEEE transactions (*apud* Churcland, 1990).

Gray, J.A. şi Wedderbrum, A.A.I. (1960), „Grouping strategies with simultaneous stimuli", în *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 12, pp. 180-184.

Greenwald, R. (1992), „New Look 3: Unconscious cognition reclaimed", în *American Psychologist*, 6.

Gross, C.G. (1973), „Inferotemporal cortex and vision", *Progress in Physiological Psychology*, vol. 5, New York, Academic Press.
Haber, R.N. (1983), „The impending demise of the icon : A critique of the concept of iconic storage in visual information processing", în *Behavioral and Brain Sciences*, 6, pp. 1-54.
Hadamard, J. (1975), *Essai sur la psychologie de l'invention dans le domaine mathématique*, Bordas, Paris.
Hao, W. (1972), *Studii de logică matematică*, Ed. Ştiinţifică, Bucureşti.
Heckhousen, H. şi Beckman, J. (1990), „Intentional action and action slips", în *Psychological Review*, 97, pp. 36-48.
Held, R. (1987), „Visual development in infant", în *The Encyclopedia of Neuroscience*, vol. 2, Boston.
Hirst, W. (1986), „The psychology of attention", în J.E. Le Doux şi W. Hirst (Eds.), *Mind and Brain : Dialogues in Cognitive Neuroscience*, Cambridge, Cambridge Univ.
Hoc, J.M. (1987), *Psychologie cognitive de la planification*, Grenoble, PUG.
Hoffman, D.D. şi Richards, W. (1985), „Parts of recognition", în *Cognition*, vol. 18.
Hoggarth, R. (1988), *Judgement and Choice : The Psychology of Decision*, Chichester, Wiley.
Holyoak, K.J. (1985), „The pragmatic of analogy and transfer", în G.H. Bower (ed.) *The Psychology of Learning and Motivation*, New York, Academic Press.
Hubel, D.H. şi Wiesel, T.N. (1959), „Receptive fields of single neurons in the cat's striate cortex", în *J. of Physiology*, 148.
Hubel, D.H. şi Wiesel, T.N. (1961), „Integrative action in the cat's lateral geniculate body", în *J. of Physiology*.
Hubel, D.H. (1988), *Eye, Brain, and Vision*, New York, W.H. Freeman.
Hubel şi colab. (1982), „ADDH asymetrically dominated alternatives : Violation of regularity and similarity hypothesis", în *J. of Consumer Research*, nr. 9.
Hyde, T.S. şi Jenkins, J.J. (1969), „Differential effects of incidental tasks on the organization of recall of a list of highly associated words", în *Journal of Experimental Psychology*, 82.
Hyde, T.S. şi Jenkins, J.J. (1973), „Recall for words as a function of semantic, graphic and syntactic orienting tasks", în *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 12, pp. 471-480.
Ingram, A. (ed). (1987), *Information-Processing Approach to Clinical Psychology*, Cambridge.
Ionescu, Ş. (1991), *Quatorze approches de la psychopatologie*, Nathan, Poitiers.
Ionescu, Ş. (ed.), (1993), *La déficience intellectuelle*, Ed. Agence d'Arc, Otawa.
Janet, P. (1915), *Médication psychologique*, Paris, Armand Colin.
Johnson-Laird, P.N. şi colab. (1978), „The psychlogy of syllogisms", în *Cognitive Psychology*, 10, pp. 64-99.
Johnson-Laird, P.N. şi Wason, P.C. (eds.), (1980), *Thinking : Reading in Cognitive Science*, Cambridge University Press, Cambridge.
Johnson-Laird, P.N. (1980), „Mental models in cognitive science", în *Cognitive Science*, 4.
Johnson-Laird, P.N. (1988), *The Computer and the Mind*, Cambridge, MA, Harward University Press.
Johnson, E.J. (1989), „Effort and accuracy in choice", în *Management Science*, vol. 31.
Jules, B. (1971), *Foundations of Cyclopean Perception*, Chicago, Univ. of Chicago Press.
Jules, B. (1981), „Textons, the elements of texture discrimination and their interactions", în *Nature*, 81.
Kahneman, D. (1973), *Attention and Effort*, Englewood Cliffs, Prentice Hall.
Kahnei, H. (1986), *Problem Solving : A Cognitive Approach*, Milton Keynes, England, Open University Press.
Kalat, J.W. (1988), *Biological Psychology*, Wadworth Publ. Co., California.
Kelly, H.H. (1992), „Common-sense psychology and scientific psychology", în *Annual Rev. of Psychology*, vol. 34.

Kerr, N.H. (1983), „The role of vision in «visual imagery» experiments: Evidence from the congenitally blind", în *Journal of Experimental Psychology: General*, 112, pp. 265-277.

Kihlstrom, J.F., Bornhart, T.M. și Tataryn, D.J. (1992), „The Psychological Unconscious, Found, last and regained", *American Psychologist*, 6.

Kinchla, R.A. și Wolf (1979), „The order of visual processing", în *Perception & Psychophysics*, vol. 25.

Kinchla, R.A. (1992), „Attention", în *Annual Review of Psychology*, vol. 43.

Köhler, W. (1927), *The Mentality of Apes*, New York, Harcourt, Brace.

Kolers, P.A. (1979), „A pattern analysing basis of recognition", în L.S. Cernack și F.I.M. Craik (eds.), *Levels of Processing în Human Memory*, Hillsdale, N.J., Lawrence Erlbaum Associates.

Kosslyn, M.S. și colab. (1978), „Visual images preserve metric spatial information: Evidence from studies of image scanning", în *Journal of Exp. Psychology: Human Perception and Performance*, 4, pp. 47-60.

Kosslyn, M.S. și colab. (1984), „Individual differences in mental imagery ability: A computational analysis", în *Cognition*, vol. 18.

Kosslyn, M.S. (1990), „Mental imagery", în *An Invitation to Cognitive Science* (vol. 2), D.N. Osherson, S.M. Kosslyn, J.M. Hollerbach (eds), MIT, Cambridge.

Kuhn, Th. (1976), *Structura revoluțiilor științifice*, București, Ed. Științifică și Enciclopedică.

Kulcsar, T. (1988), „Implicații ale neurochimiei în psihologie", în *Revista de Psihologie*, nr. 2.

Lamouroux, G. (1983), *Perspectives piagetiennes*, Ed. Privat, Genève.

Larkin, J. și colab. (1980), „Models of competence in solving physics problems", în *Cognitive Science*, 4, pp. 317, 345.

Larkin, J. (1981), „Enriching formal knowledge: A model for learning to solve textbook physics problems", în J.R. Anderson (ed.) *Cognitive Skills and Their Acquisition*, Hillsdale, New York, Lawrence Erlbaum Associates.

Le Doux, J.E. și Hirst, W. (1986) (eds), *Mind and Brain: Dialogues in Cognitive Science*, Cambridge, Univ. Press.

Leplat, J. (1985), „Les représentations fonctionelles dans le travail", în *Psychologie francaise*, vol. 30.

Lettvin, J.J., Maturana, H.R., McCullogh, W.S. și Pitts, W.H. (1959), „What the frog's eye tells the frog's brain", în *Proceedings of the Institute of Radio Engineers*, 47, 1940-1951.

Lindsay, P.H. și Norman, D.A. (1977), *Human Information Proccesing*, New York, Academic Press.

Loftus, E.F. (1974), „Activation of semantic memory", în *American J. of Psychology*, vol. 86.

Lowe, D.G. (1984), *Perceptual Organisation and Visual Recognition*, Ph.D. Standford, CA.

Lynch, K. (1960), *The Image of the City*, Cambridge, MOSS, MIT.

Madigan, S.A. (1969), „Intraserial repetiton and coding processes in free recall", în *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 8.

Malt, B.C. și Smith, E.E. (1984), „Correlated properties in natural categories", în *J. of Verbal Learning and Verbal Behavior*, vol. 23.

Mandler, J.M. și Ritchey, G.H. (1977), „Long-term memory for pictures", în *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 3, pp. 386-396.

Marr, D. și Poggio, I. (1976), „Cooperative Computation of Stereo Disparity", *Science*, vol. 194.

Marr, D. (1982), *Vision*, San Francisco, W.H. Freeman and Company.

Marga, A. (1991), *Raționalitate, comunicare, argumentare*, Dacia, Cluj.

Martindale, C. (1991), *Cognitive Psychology – A Neural Network Approach*, Pacific Grave, California.

McClelland, J.L., Rumelhart, D.E. (1981), „An interactive model of context effects in letter perception: I. An account of basic findings", în *Psychological Review*, 88, pp. 375-407.

McClelland, Rumelhart şi PDP Research Group (1986), *Parallel Distributed Processing: Exploration in the Microstructure of Cognition*, vol. I, II, Cambridge MA, MIT.

McClelland, J.L. şi Rumelhart, D.E. (1988), *Explorations in the Parallel Distributed Processing: A Handbook of Models, Programs and Exercises*, Cambridge, MIT Press.

Mc Kay, D.G. (1973), „Aspects of the theory of comprehension, memory and attention", în *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 25, pp. 22-40.

Mc Neil şi colab. (1982), „On the elicitation of preferences for alternative therapies", în *New England Journal of Medicine*, 306, pp. 1259-1262.

Medin, D.L. (1989), „Concepts and Conceptual Structure", în *American Psychologist*, 12.

Medin, D.L. şi Ross, B. (1991), *Cognitive Psychology*, San Diego.

Merikle, Ph.M. (1992), „Perception without awareness - Critical issues", *American Psychologist*, 6.

Metzler, J. şi Shepard, R.N. (1974), „Transformational studies of the internal representations of three-dimensional objects", în R.L. Solso (ed.), *Theories of Cognitive Psychology: The Loyola Symposium*, Hillsdale, NY, Lawrence Erlbaum Associates.

Meyer, D.E. şi Schvaneveldt, R.W. (1971), „Facilitation in recognition pairs of words: Evidence of a dependence between retrieval operations", în *Journal of Experimental Psychology*, 90, pp. 227-234.

Moyer, R.S. (1973), „Comparing objects in memory: Evidence suggesting in internal psychophysics", în *Perception and Psychophysics*.

Miclea, M. şi Radu, I. (1987), „Une perspective psychologique sur le «probleme»", in *Revue Roumaine des Sciences Sociales-Psychologie*, 1.

Miclea, M. (1991), *Creativitatea*, în I. Radu (coord.), Sincron, Cluj.

Miclea, M. (1991), *Creativitatea şi arhitectura cognitivă*, în I. Radu (coord.), 1991.

Miclea, M. (1997), *Stres şi apărare psihică*, Presa Universitară Clujeană, Cluj-Napoca.

Milgram, S. (1970), „The experience of living in cities", în *Science*, vol. 167.

Milgram, S. şi colab. (1972), „A psychological map of New York city", în *American Scientist*, 2.

Minsky, M. şi Papert, S. (1969), *Perceptrons, an Introduction to Computational Geometry*, MIT Press.

Minsky, M. (1975), „A framework for representing knowledge", în P.H. Winston (ed.), *The Psychology of Computer Vision*, New York, Mc Graw Hill.

Montgomery, H. (1983), „Decision rules and the search for a dominance structure", în P. Humpreys (ed.), în *Analysing and Aiding Decision Process*.

Moran, J. şi Desimore, R. (1985), „Selective attention gates visual processing in the extrastriate cortex", în *Science*, vol. 229.

Moray, N. (1953), „Attention in dichotic listening: Affective cues the influence of instruction", în *Quart. J. of Exp. Psychology*, vol. 11.

Murdock, B.B. Jr. (1961), „The retention of individual items", în *Journal of Experimental Psychology*, 62, pp. 618-625.

Nadel, L. (1992), „Multiple memory systems: what şi why?", în *Journal of Cognitive Neuroscience*, 3, 1992.

Naish, P. (1986), *What is hypnosis*, Academic Press, Oxford.

Narayanan, A. (1986), „Memory models of man and machine", în *Artificial Intelligence: Principles and Application*, M. Yazdani (ed.), London.

Neimark, E.D. şi Chapman, R.H. (1975), „Development of the comprehension of logical quantifiers", în Falmage R.C. (ed.), *Reasoning: Rrepresentation and Processes*, Hillsdale N.J.

Neisser, U. (1967), *Cognitive Psychology*, New York, Appleton.

Nelson, D.L. şi McEnvoy, C.L. (1979), „Doubts about depth", în *Journal of Experimental Psychology : Human Learning and Memory*, 5.

Nelson, D.L. şi colab. (1979), „Encoding context and set size", în *Journal of Experimental Psychology : Human Learning and Memory*, 8.

Nelson, T.O. (1971), „Savings and forgetting from long term memory", în *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 10.

Nelson, T.O. (1977), „Repetiton and depth of processing", în *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 16.

Nelson, T.O. (1978), „Detecting small amounts of information in memory : Savings for non-recognised items", în *Journal of Experimental Psychology : Learning, Memory and Cognition*, 4.

Newel, A. (1973), *Production systems : Models of Control Structures*, în W.G. Chace (ed.), New York.

Newell, A. (1992), „Precis of Unified theories of Cognition", în *Brain and Behaviour Science*, vol. 15, nr. 3.

Norman, D.A. (1968), „Toward a theory of memory and attention", în *Psychological Review*, 75, pp. 522-536.

Norman, D.A. (1969), „Memory with shadowing", în *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 21, pp. 85-93.

Norman, D.A. şi Rumelhart, D.E. (1975), *Explorations in Cognition*, New York, W.H. Freeman and Company.

Norman, D.A. (1986), *Reflections on Cognition and Parallel Distributed Processing*, în McCleland şi Rumelhart (eds.).

Nosofsky, R.M. (1987), „Attention, similarity and the identification-categorisation relationship", în *J. of Exp. Psychology*, vol. 115.

Oden, G.C. (1987), „Concept, knowledge, and thought", în M.R. Rosenzweig şi L.W. Porter (eds.), în *Annual Review of Psychology*, 38, pp. 203-227.

Osherson, D., Kosslyn, S.M. şi Hollerbach, J.M. (1990), „Visual cognition and action", în *Invitation to Cognitive Science*, vol. 2.

Osherson, D.N., Kosslyn, S.M., Hollerbach, J.M., Smith, E.E. (1991), *An Invitation to Cognitive Science*, vol. I-III, The MIT Press, Cambridge Massachusetts.

Paivio, A. (1971), *Imagery and Verbal Processes*, New York, Holt, Rinehart şi Winston.

Palmer, S.E. (1975), „The effects of contextual scenes on the identification of objects", în *Memory & Cognition*, 3, pp. 519-526.

Palmer, S.E. (1977), „Hierarchical structure in perceptual representation", în *Cognitive Psychology*, 9, pp. 441-474.

Payne, J.W. şi colab. (1982), „Contingent decision behavior", în *Psychological Bulletin*, vol. 92.

Payne, J.W. şi colab. (1988), „Adaptive Strategy Selection in decision making", în *J. of Exp. Psychology : Learning, Memory and Cognition*, vol. 14.

Penfield, W. (1955), „The permanent record of the stream of consciousness", în *Acta Psychologica*, 11.

Penfield, W. şi Perot, P. (1963), „The brain's record of auditory and visual experience", în *Brain*, vol. 86.

Petterson, L.R. şi Petterson, M. (1959), „Short-term retention of individual items", în *Journal of Experimental Psychology*, 62, pp. 618-625.

Pichert, J. şi Anderson, R.C. (1977), „Taking different perspectives on a story", în *J. of Educational Psychology*, vol. 69.

Plomp, R. (1964), „Rate of decay of auditory senzation", în *J. of the Acoustical Society of America*, vol. 36.

Pollack, J. şi Pickett, J.M. (1964), „Intelligibility of excepts from fluent speeck : Auditory *vs* structural context", în *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 3, pp. 79-84.

Pomeratz, J.P., Sager, L.C. şi Stoever, R.J. (1977), „Perception of wholes and their component parts: Some configural superiority effects", în *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance.*

Posner, M.I. (1969), „Abstraction and the process of recognision", în G.H. Bower (ed.), *The Psychology of Learning and Motivation*, vol. 3, New York, Academic Press.

Posner, M.I. (ed.), (1990), *Foundation of Cognitive Science*, Cambridge, MIT Press.

Preda, V. (1988), *Explorarea vizuală. Cercetări fundamentale şi aplicative*, Ed. Ştiinţifică şi Enciclopedică, Bucureşti.

Preda, V. (1991), „Atenţia", în *Introducere în psihologia contemporană*, I. Radu (coord.), Sincron, Cluj.

Predescu, C., Radu, I. (1990), „Valoarea şi limitele exemplelor prototip în predarea fizicii", în *Revista de pedagogie*, 1.

Pylyshyn, Z., Fodor, J.A. (1988), „Connectionism and cognitive architecture: A critical analysis", în *Cognition*, vol. 28.

Radu, I. (1974), *Psihologie şcolară*, Ed. Ştiinţifică, Bucureşti.

Radu, I. şi Miclea M. (1991), „Gândirea", în I. Radu (coord.), *Introducere în psihologia contemporană*, Ed. Sincron, Cluj.

Radu, I., Miclea, M., Albu, M., Moldovan, O., Nemeş, S., Szamosközy, Şt. (1993), *Metodologie psihologică şi analiza datelor*, Ed. Sincron, Cluj.

Ratliff, F. (1965), *Match Bands: Quantitative Studies on Neural Networks in the Retina*, San Francisco, Holden-Day.

Reber, A.S. (1973), „What cliks may tell us about speech perception", în *Journal of Psycholinguistic Research*, 2.

Reber, A.S. (1989), „Implicit learning and trait knowledge", în *Journal of Experimental Psychology: General*, 118, pp. 219-235.

Reed, S.K. (1974), „Structural description and the limitations of visual images", în *Memory and Cognition*, 2, pp. 329-336.

Reed, S.K. şi Johnson, J.A. (1975), „Detection of Parts in Patterns and Images", în *Memory and Cognition*, 1.

Reed, S.K. şi Johnson, J.A. (1977), „Memory for problem solutions", în G. Bower (ed.), *The Psychology of Learning and Motivation*, vol. 11, Academic Press, New York.

Regan, D. şi colab. (1986), „Motion in depth and visual acceleration", în *Science*, 13.

Reicher, G. (1969), „Perceptual recognition as a function of meaningfulness of stimulus material", în *Journal of Experimental Psychology*, 81, 99-118.

Richard, J.F. (1990), *Les activités mentales: comprendre, raisonner, trouver des solutions*, Armand Colin, Paris.

Rosch, E. (1973), „Natural categories", în *Cognitive Psychology*, 7.

Rosch, E. (1976), „Basic objects in natural categories", în *Cognitive Psychology*, 3.

Rosch, E. (1980), „Classification of real world objects: origin and representation in cognition", în *Thinking, Reading in Cognitive Science*, P.N. Johnson-Laird, D.C. Wason (eds.), Cambridge University Press.

Roşca, Al. (1981), *Creativitatea generală şi specifică*, Ed. Academiei RSR, Bucureşti.

Roth, E.M. şi Shoben, E.J. (1983), „The effect of context on the structure of categories", în *Cognitive Psychology*, vol. 15.

Roznovski, M. (1993), „Measures of Cognitive Processes: Their Stability and other Psychometric and Measurement Properties", în *Intelligence*, 3.

Rumelhart, D.E., Lindsay, P. şi Norman, D.A. (1972), „A process model for long-term memory", în E. Tuling şi W. Donaldson (eds.), *Organisation of Memory*, New York, Academic Press.

Rumelhart, D.E. şi Siple, P. (1974), „Process of recognition tachistoscopically presented words", în *Psychological Review*, 81, pp. 99-118.

Rumelhart, D.E., Smolensky, McClelland, J.L. şi Hinton, G.E. (1986), *Schemata and Sequential Thought Processes in PDP Models*, în McClelland şi Rumelhart.

Russell, B. şi Whithead, A.N. (1915), *Principia Mathematica*, Cambridge University Press.

Santa, J.L (1977), „Spatial transformation of words and pictures", în *Journal of Experimental Psychology : Human Learning and Memory*, 3, pp. 418-427.

Schank, R.C. (1982), *Dynamic Memory*, Cambridge, England, Cambridge University Press.

Segal, S.J. şi Fueselo, V. (1970), „Influence of imaged pictures and sounds on detection of visual and auditory signals", în *Journal of Experimental Psychology*, 83, pp. 458-464.

Selfridge, O.G. (1959), „Pandemonium : A Paradigm for learning", în D.V. Blake şi A.M. Uttley (eds.), *Proceedings of the Symposium on the Mechanization of Thought Processes*, London, H.M. Stationery Office.

Seligman, M.E.P. (1975), *Helplessness : on Depression, Development and Death*, San Francisco, Freeman.

Shallice (1982), „Specific impairement of planing", în *The Neuropsychology of Cognitive Functions*, London.

Shepard, R.N. (1962), „The analysis of proximities : Multidimensional scaling with an unknown distance function", în *Psychometrika*, vol. 27.

Shepard, R.N. (1967), „Recognition memory for words sentences and pictures", *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 6, pp. 156-163.

Shepard, R.N. şi Metzler, J. (1971), „Mental rotation of three-dimensional objects", *Science*, 171, pp. 701-703.

Shepard, R.N. (1974), „Representation of structure in similarity data. Problems and prospects", în *Psychometrika*, vol. 39.

Shepard, R.N. şi Cooper, L.A. (1982), *Mental Images and Their Transformations*, Cambridge, MIT Press.

Simon, H.A. şi Newell, A. (1972), *Human Problem-Solving*, Englewood Cliffs, Prentice Hall.

Simon, H.A. (1977), *Models of Discovery*, Cambridge Univ. Press, C.A., New York.

Simon, H.A. (1981), *The Science of the Artificial*, 2nd ed., Cambridge, MA, MIT Press.

Simon, H.A. (1990), „Invariants of human behavior", în *Annual Review of Psychology*, vol. 41.

Simon, H.A. şi Kaplan, C.A. (1990), „In search of insight", în *Cognitive Psychology*, vol. 22.

Skinner, B.F. (1977), „Why I am not a cognitive psychologist", în *Behaviorism* , 3, 1977.

Slovic, P. şi colab. (1980), *Facts versus fears : Understanding perceived risk*, în R. Schwing şi W.A. Albers (eds.).

Slovic, P. (1990), „Choice", în *Invitation to cognitive science*, Osherson D. şi colab., (eds.), vol. 3.

Smith, S.M. şi colab. (1986), „Environmental context-dependent recognition memory using a short term memory task for input", în *Memory şi Cognition*, 14.

Smith, E.E. şi colab. (1988), „Combining prototypes : A selective modification model", *Cognitive Science*, 12, pp. 485-527.

Smith, E. (1990), „Categorisation", în *Invitation to Cognitive Science*, vol. 3.

Spelke, E.S. (1990), „Principles of object perception", în *Cognitive Science*, 14, pp. 29-56.

Sperling, G.A. (1960), „The information available in brief visual presentation", în *Psychological Monographs*, 74, Whole No. 498.

Standing, L. (1973), „Learning 10,000 pictures", în *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 25, pp. 207-222.

Sternberg, S. (1975), „Memory scanning : New findings and current controversies", în *Quarterley Journal of Experimental Psychology*, 27, pp. 1-32.

Sternberg, S. (1985), *Beyond IQ*, Cambridge University Press, MA New York.

Stilling, S. şi colab. (1987), *Cognitive Science : An Introduction*, Cambridge, MA, MIT Press.

Szamosközy, Şt. şi Miclea, M. (sub tipar), *Strategii de procesare a informaţiei vizuale*.

Squire, L.R. şi colab. (1993), „The Structure and organisation of memory", în *Annual Review of Psychology,* vol. 44.

Tinbergen, N. (1951), *The Study of Instinct*, Oxford, Oxford University Press.

Townsend, J.T. (1990), „Serial *vs* Parallel Procesing: Sometimes they look like Tweedledeem and Tweedletee but they can (and should be) distinguished", în *Psychological Review*, nr. 1.

Treisman, A.M. (1960), „Verbal cues language and meaning in selective attention", în *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 2, pp. 242-248.

Treisman, A.M. (1969), „Strategies and models of selective attention", în *Psychological Review*, vol. 76.

Treisman, A.M. şi Gormican, S. (1988), „Feature analysis in early vision: Evidence from search asymetries", în *Psychological Review*, vol. 95.

Tulving, E. (1983), *Elements of Episodic Memory*, New York, Oxford University Press.

Tulving, E. (1984), „Precis of Elements of episodic memory", în *The Behavioral and Brain Science*, 7.

Turing, A.M. (1936), „On computable numbers", în *Proc. London Math. Soc.*, serie 2, 24.

Tversky, A. şi Kahneman, D. (1974), „Judgements under uncertainity: Heuristics and biases", în *Science*, 185, pp. 1124, 1131.

Tversky, A. şi Kahneman, D. (1981), „The framing of decisions and the psychology of choice", în *Science*, 211, pp. 453-458.

Tversky, A. şi Kahneman, D. (1983), „Extensional versus intuitive reasoning: The conjunction fallacy in probability judgement", în *Psychological Review*, 90, pp. 293-315.

Tversky, A. şi Hutchinson, J.W. (1986), „Nearest neighbour analysis of psychological spaces", în *Psychological Review*, vol. 93.

Vallesten, Th. (1980), *Cognitive Processes in Choice and Decision Behavior*, Lawrence Erlbaum, Hillsdale, New Jersey.

Volpe, B.T., Le Doux, J.E., Gazzaniga, M.S. (1979), „Information-processing of visual stimuli in an «extinguished field»", în *Nature*, vol. 282.

Vorey, J.R. (1985), „Subliminal messages: between the Devil and the Media", în *American Psychologist*, 11.

Waern, V.J. (1985), „Learning computerized tasks as related to prior task knowledge", în *International J. of Man-Machine Studies*, vol. 22.

Waern, V.J. (1989), *Cognitive Aspects of Computer Support Tasks*, Chichester, Wiley.

Wason, P.C. (1960), „On the failure to eliminate hypotheses in a conceptual task", în *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 12, pp. 129-140.

Wason, P.C. (1970), „A conflict between selecting and evaluating information in an inferential task", în *British J. of Psychology*, vol. 61.

Wason, P.C. (1970), „Regression in reasoning", în *British J. of Psychology*, vol. 60.

Weber, R.P. (1985), *Basic Content Analysis*, Beverly Hills, C.A., Los Angeles.

Weiskranz, L. (1984), „Neuroanatomy of memory and amnesia: A case for multiple memory systems", în *Human Neurobiology*, 6.

Weistein, N., Harris (1974), „Visual detection of line segments: An object superiority effect", în *Science*, vol. 186.

Wickens, D.D. şi colab. (1963), „Proactive inhibition and item similarity in short-term memory", în *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 2.

Wickens, D.D. (1972), „Characteristics of word encoding", în A.W. Melton şi E. Martin (eds.), *Coding Processes in Human Memory*, Washington D.C.

Yulle, A.L. şi Ulmann (1990), „Computational theories of low-level vision", în *Invitation to Cognitive Science,* vol. 2.

Zimbardo, V.R. (1992), *Introduction to Psychology*, Cambridge, M.A.

BIBLIOTECA JUDEȚEANĂ "GH. ASACHI" IAȘI

Bun de tipar: aprilie 1999. Apărut: 1999
Editura Polirom, B-dul Copou nr. 3 •
P.O. Box 266, 6600, Iaşi • Tel. şi Fax (032) 214100; (032) 214111;
(032) 217440 (difuzare); E-mail: polirom@mail.dntis.ro
Bucureşti, B-dul I.C. Brătianu nr. 6, et. 7;
Tel.: (01) 3138978 E-mail: polirom@dnt.ro

Tiparul executat la S.C. *LUMINA TIPO* s.r.l.
str. Luigi Galvani nr. 20 bis, sect. 2, Bucureşti
Tel: 210.51.90; 210.58.33 Fax: 315.06.13

Psihologie

Mircea Miclea

PSIHOLOGIE COGNITIVĂ

Psihologia cognitivă prezintă o analiză detaliată a sistemului cognitiv uman (memorie, gândire, limbaj, percepţie etc.) şi a modului în care acesta prelucrează informaţiile. Teoriile moderne – neoconexioniste, gestaltiste, neurofiziologice – sunt riguros descrise. Autorul propune el însuşi un „model optim", dorind să stimuleze cercetările ulterioare în domeniu.

Mircea Miclea este şeful Catedrei de Psihologie a Universităţii „Babeş-Bolyai" din Cluj-Napoca, director fondator al revistei *Cogniţie, Creier, Comportament*, preşedintele Asociaţiei de Ştiinţe Cognitive din România, membru afiliat al Asociaţiei Americane de Psihologie, al Societăţii Europene de Psihologie Cognitivă şi al Consiliului Internaţional al Psihologilor. Lucrări de autor: *Psihologie cognitivă* (Gloria,1994) şi *Stres şi apărare psihică* (Presa Universitară Clujeană,1997).

Collegium

Editura POLIROM
ISBN 973-683-248-1